



Poste source de BRUCH (47)
Etude d'impact acoustique
Rapport d'étude acoustique



Réf. Sim Engineering : 25GAC110

Réf. Client: 0326-4330628538

Le 15 mai 2025

Fabrice DORCHY

07.69.64.73.81

f.dorchy@sim-engineering.com



Suivi d’Affaire

Précédentes études & suivi du Projet :

Réf. document	Objet	Date

Révisions du document :

Révision	Nature de révision	Date
0	Version initiale	15/05/2025

Suivi :

	Rédacteur	Visa
Nom	DORCHY	LEFEBVRE
Prénom	Fabrice	Philippe
Date	15/05/2025	20/05/2025

Sommaire

Suivi d’Affaire	2
Sommaire	3
INTRODUCTION & GENERALITES	4
1. Objet de l’étude	5
2. Contexte réglementaire et normatif	6
3. Méthodologie d’étude	9
MESURES ENVIRONNEMENTALES	11
4. Généralités sur les mesures	12
5. Conditions de mesurage	13
6. Position des points de mesure	16
7. Résultats des mesures	19
8. Conformité réglementaire lors de la campagne de mesures	21
ETUDE PREDICTIVE	23
9. Préambule	24
10. Présentation des modèles	27
11. Caractéristiques des sources sonores	33
12. Résultats des calculs	34
13. Cartographies sonores	40
CONCLUSION GENERALE	43
ANNEXES	45
Annexe 1 Notions d’acoustique	46
Annexe 2 Extrait réglementaires	49
Annexe 3 Présentation de l’outil de calculs prévisionnels des niveaux sonores	50
Annexe 4 Méthodologie estimation qualitative météorologique	51
Annexe 5 Évolution temporelle et niveaux sonores au voisinage	52

Introduction & Généralités

1. Objet de l'étude

A la demande de la société ENEDIS représentée par Monsieur Julien LEYMARIE , nous avons effectué la présente étude acoustique du poste de Bruch.

Ce poste se situe route de Mont de Marsan sur la commune de BRUCH (47).

Modifications du poste

Cette étude a pour but de prévoir l'impact sonore au niveau des habitations les plus exposées suite à la modification du poste.

Le poste reçoit actuellement les équipements suivants :

- Transformateurs :
 - o Transformateur 311 ODAF – 63/20 kV 20 MVA
 - o Transformateur 313 ODAF – 63/20 kV 20 MVA

L'étude prévoit les modifications suivantes :

- o Remplacement des 2 transformateurs existants par des transformateurs ONAN 63/20 kV 36 MVA
- o Suppression des murs existants et construction de 3 murs pare-feu autour des 2 transformateurs.
- o Construction d'une salle HTA.

Contenu de l'étude

Cette étude comprend :

- Une campagne initiale de mesures acoustiques afin de caractériser les éléments suivants :
 - o Niveau de bruit résiduel (représentatif du niveau sonore hors fonctionnement du poste) au niveau des habitations les plus exposées ;
 - o Niveau de bruit ambiant actuel (poste en fonctionnement) au niveau des habitations les plus exposées ;
 - o La caractérisation sonore de l'ensemble des sources actuellement présents sur le poste.
- La définition des objectifs réglementaires sur la base des niveaux de bruit résiduel et l'analyse de la conformité actuelle du poste.
- La détermination des niveaux de puissance acoustique des équipements actuellement présents sur le poste.
- Les études prédictives de l'impact acoustique du poste dans les configurations suivantes :
 - o Configuration lors des mesures afin de valider le modèle d'étude ;
 - o Configuration future avec l'intégration des modifications envisagées.
- L'analyse de la conformité réglementaire sur la base des résultats obtenus (configuration de fonctionnement actuel et configuration future) ;
- Les éventuelles prescriptions afin d'assurer la mise en conformité réglementaire du poste après modification et la présentation des résultats obtenus.

2. Contexte réglementaire et normatif

2.1.Contexte réglementaire

Ouvrages construits après le 26 janvier 2007

La réglementation applicable est **l'arrêté du 26 janvier 2007** fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

Ce qu'il faut retenir :

Dans le cadre d'un fonctionnement en continu, un poste électrique sera conforme à la réglementation s'il respecte à l'intérieur des locaux d'habitation l'une des conditions suivantes :

- *Bruit ambiant $\leq 30 \text{ dB(A)}$*
ou
- *Emergence $\leq 5 \text{ dB(A)}$ en période diurne (de 7h à 22h)*
et Emergence $\leq 3 \text{ dB(A)}$ en période nocturne (de 22h à 7h)

⇒ *Les principales dispositions de ce texte sont présentées en Annexes.*

Ouvrages construits avant le 26 janvier 2007

La réglementation applicable dans ce cas est l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

Celui-ci stipule, à l'**article 100** :

« §1 : Les installations existantes devront être rendues conformes aux dispositions de l'arrêté du 26 janvier 2007 au fur et à mesure des travaux de renouvellement ou des modifications importantes ainsi qu'en cas de nécessité de caractère urgent ou de modifications intervenues dans le voisinage des ouvrages ou installations et qui aggravent significativement les risques pour la sécurité des services publics et des personnes »

Dans le cas présent, en l'absence d'avis contraire de ENEDIS, l'étude sera réalisée sur la base de l'arrêté du 26 janvier 2007.

2.2.Contexte normatif

L'étude d'impact réalisée est soumise aux normes suivantes :

Mesures environnementales

- NF S 31-010 de décembre 1996 relative à *la caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Méthodes particulières de mesurage* ;
- NF S 31-110 de décembre 1996 relative à *la caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation* ;

Caractérisation de puissances acoustiques

- NF EN ISO 3746 de juin 2012 - Acoustique relative à *la détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant*;
- CEI 60076-10 relatives aux *Transformateurs de puissance – Détermination du niveau de bruit*

Etudes prédictives

- ISO 9613-1 relative à *l'atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – Partie 1 : Calcul de l'absorption atmosphérique* ;
- ISO 9613-2 relative à *l'atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – Partie 2 : Méthode générale de calcul* ;

⇒ *Les principales dispositions de ces textes sont reprises au sein du rapport.*

2.3.Principales Définitions

Nous présentons ci-dessous les principales définitions nécessaires à la compréhension de l'étude.

⇒ *Des définitions et des notions d'acoustiques sont présentées en Annexes.*

Bruit résiduel :

Bruit en l'absence du bruit émis par l'objet de l'étude.
Ici, il s'agit du bruit hors fonctionnement du poste.

Bruit ambiant :

Bruit total existant, incluant le bruit résiduel et le bruit émis par l'objet de l'étude.
Ici, il s'agit du bruit mesuré lors du fonctionnement du poste.

Bruit particulier :

Bruit émis par l'objet de l'étude seul, en dehors du bruit résiduel.

Emergence :

Différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés A du bruit ambiant (objet de l'étude en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'objet de l'étude).

Contrôle de l'émergence :

L'indicateur est la différence entre les niveaux de pression équivalents pondérés A du bruit ambiant et du bruit résiduel.

Conformément à la norme NFS31-010, l'émergence est évaluée par la différence des niveaux LAeq. Néanmoins, dans des cas particuliers, on peut être amené à s'intéresser, soit à des périodes temporelles bien précises, soit à utiliser des descripteurs acoustiques mieux adaptés comme, par exemple, les indices fractiles. Dans ce cas, les choix adoptés, en complément de l'indicateur d'émergence, seront justifiés.

On citera, en particulier, que l'utilisation de l'indice fractile L50 est particulièrement bien adaptée lors de mesurage pour lesquels le bruit résiduel ou ambiant comporte un bruit de trafic pulsé. En effet, ce bruit de trafic s'apparente à une somme de bruits intermittents, d'intensité importante mais qui ont une durée d'apparition suffisamment faible pour ne pas présenter à l'oreille d'effet de masque du bruit que l'on cherche à caractériser (en l'occurrence le poste électrique).

3. Méthodologie d'étude

3.1.Remarques préalables

Position des points de mesures

La réglementation prévoit le contrôle de l'impact sonore à l'intérieur des habitations.

En accord avec le client, et en raison des difficultés rencontrées pour la réalisation de mesures en intérieur (accès soumis à l'accord des tiers / mesures « intrusives » / nécessité d'ouvrir les fenêtres en période nocturne, y compris en hiver / contraintes pour le riverain qui ne doit pas « polluer » les mesures), **les mesures sont réalisées à l'extérieur des habitations.**

Ces mesures sont réalisées dans les limites de propriété des habitations (ou à proximité immédiate), au niveau des façades avec ouvertures les plus exposées.

Il est important de noter que :

- Le respect de la réglementation à l'extérieur impliquera à fortiori le respect à l'intérieur de l'habitation (les mesures en extérieur sont majorantes) ;
- Le non-respect de la réglementation à l'extérieur impliquera un risque de non-conformité à l'intérieur. Il est alors conseillé de prévoir une campagne de mesures complémentaire à l'intérieur des habitations.

Caractérisation du niveau de bruit résiduel

En accord avec le client et en raison de l'impossibilité d'arrêter le fonctionnement du poste, les niveaux de bruit résiduel (représentatifs des niveaux de bruit hors fonctionnement du poste) ont été caractérisés par la méthode dite **du point masqué**.

Cette méthode consiste à réaliser une mesure en un point non impacté par le poste, mais dont l'environnement sonore est jugé représentatif de l'environnement sonore au niveau du voisinage le plus exposé (hors poste).

Ces mesures ont été réalisées en parallèle des mesures de bruit ambiant au niveau du voisinage le plus exposé.

Sources sonores considérées

Les principales sources sonores situées à l'intérieur de postes électriques et susceptibles d'engendrer des nuisances sonores au voisinage sont les suivantes :

- Transformateurs de puissance et système de réfrigération associé (GV : Groupe Ventilateurs) ;

Les autres sources sonores, en particulier les lignes électriques et connecteurs peuvent avoir un impact localement à l'intérieur du poste ou ponctuellement mais ne sont à priori pas dimensionnantes du niveau sonore au voisinage et ne sont par conséquent pas considérées dans le cadre de cette étude.

3.2.Méthodologie

Campagne de mesure acoustique initiale

Une campagne initiale de mesures a été réalisée avant modification du poste afin d'effectuer les actions suivantes :

- Mesurage du niveau de bruit résiduel ;
- Mesurage du niveau de bruit ambiant actuel ;
- Caractérisation des sources sonores actuellement présentes à l'intérieur du poste.

Etude de la conformité lors des mesures

La conformité actuelle du poste est alors déterminée sur la base des résultats de mesures et conformément à la réglementation en vigueur (voir contexte réglementaire).

Si cette conformité est définie sur la base des valeurs relevées en extérieur et au vu des résultats obtenus (en particulier en cas de non-conformité en extérieur), le client pourra demander une étude complémentaire afin d'évaluer les conformités en intérieur.

Détermination des niveaux de puissance des équipements actuellement présents

Les niveaux de puissances des équipements actuellement présents à l'intérieur du poste sont déterminés sur la base des relevés effectués lors de la campagne initiale de mesure (relevés sonores et métriques).

Modélisation de l'état actuel

Un modèle de calcul est réalisé sur la base des conditions de fonctionnement lors des mesures. Cette modélisation a pour but de **valider le modèle** réalisé (implantation poste et voisinage, puissances acoustiques des équipements, topographie, environnement, ...)

Modélisation de l'état futur

L'étude prédictive réalisée présente les résultats obtenus après la modification du poste sur la base des niveaux de puissance caractérisés et/ou transmis.

Les résultats obtenus sont alors comparés aux objectifs réglementaires.

Définition d'un programme de traitement

En cas de non-conformité, un programme de traitement est déterminé en vue d'atteindre ces objectifs.

Pour ce faire, nous hiérarchisons dans un premier temps l'impact des différentes sources au niveau des points de non-conformité. Les gains à obtenir sont alors déterminés.

Le programme de traitement est alors défini et validé par modélisation.

1^{ère} PARTIE

Mesures environnementales

4. Généralités sur les mesures

Opérateur(s) :

Fabrice DORCHY

Dates d'intervention

Du mardi 6 mai 2025 au mercredi 7 mai 2025.

Matériel utilisé

Les mesures ont été réalisées à l'aide du matériel suivant :

- Sonomètres CIRRUS Optimus vert type CR:171B de classe 1 :
 - o CR1, n° de série : G071644
 - o CR2, n° de série : G071647
 - o CR3, n° de série : G071649
 - o CR4, n° de série : G071654
- Analyseur de spectre SVANTEK, type 912A, de classe 1 :
 - o N° série : 2207

Le matériel de mesure a été calibré in situ à l'aide du matériel suivant :

- Calibreur Brüel & Kjær Type 4231 n°3010536

Les résultats ont été exploités à l'aide des logiciels suivants :

- SIM-LEA, logiciel d'exploitation des résultats développé par SIM ENGINEERING

Norme(s) de mesurage

Les mesures ont été réalisées conformément aux prescriptions de la norme suivante :

- NF S 31-010 de décembre 1996 relative à *la caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement*
- NF EN ISO 3746 de juin 2012 - Acoustique relative à *la détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant;*
- NF EN 60076-10 relatives aux *Transformateurs de puissance – Détermination du niveau de bruit.*

5. Conditions de mesurage

5.1. Conditions météorologiques

5.1.1. Méthodologie de mesure

Lors de la campagne de mesure, les conditions météo ont été relevées in situ, à la station Météo France de Agen-La-Garenne n° 47091001, selon les caractéristiques suivantes.

Station Météo France (relevé horaire)

La hauteur de pluie (ou de fusion de la neige) est recueillie dans l'heure précédente.

La direction et la vitesse du vent sont moyennées sur les 10 minutes précédant l'heure ronde et mesurées à 10mètres d'altitude.

La température de l'air et l'humidité relative horaire sont relevées sous abri à l'heure ronde.

5.1.2. Tableau de relevés

Les conditions de mesurage de la norme NF S 31-010 sont vérifiées si les conditions météo ne présentent pas des vitesses de vent supérieures à 5 m/s soit 18 km/h et de pluie marquée.

Le tableau ci-dessous présente les valeurs relevées :

Date	Heure	Température °C	Humidité %	Direction vent	Vitesse vent km/h	Précipitation mm
06/05/2025	11:00	10,7	83,0	WNW	14,0	0,0
06/05/2025	12:00	12,1	80,0	WNW	15,5	0,0
06/05/2025	13:00	13,5	75,0	WNW	15,5	0,0
06/05/2025	14:00	15,3	67,0	WNW	14,0	0,0
06/05/2025	15:00	15,3	67,0	NW	11,9	0,0
06/05/2025	16:00	15,3	66,0	WNW	17,5	1,2
06/05/2025	17:00	13,4	68,0	NNW	6,1	1,4
06/05/2025	18:00	11,9	82,0	SSW	10,4	1,6
06/05/2025	19:00	11,6	85,0	SW	8,3	0,0
06/05/2025	20:00	11,6	88,0	W	8,3	0,0
06/05/2025	21:00	11,5	80,0	WSW	14,4	0,0
06/05/2025	22:00	11,1	84,0	NW	7,2	0,0
06/05/2025	23:00	11,0	84,0	WSW	9,0	0,0
07/05/2025	00:00	10,0	90,0	W	8,3	0,0
07/05/2025	01:00	8,6	96,0	W	6,8	0,0
07/05/2025	02:00	7,6	99,0	WNW	3,2	0,0
07/05/2025	03:00	6,4	97,0	WNW	4,3	0,0
07/05/2025	04:00	6,4	99,0	NNW	4,0	0,0
07/05/2025	05:00	5,7	98,0	WNW	4,0	0,0
07/05/2025	06:00	5,7	100,0	NW	2,9	0,0
07/05/2025	07:00	6,0	100,0	NNW	2,9	0,0
07/05/2025	08:00	8,9	100,0	WNW	4,7	0,0
07/05/2025	09:00	10,8	85,0	WNW	6,8	0,0
07/05/2025	10:00	13,7	77,0	NW	6,1	0,0
07/05/2025	11:00	16,3	55,0	WNW	9,0	0,0
07/05/2025	12:00	17,7	47,0	WSW	5,8	0,0

Les périodes dont les conditions météorologiques ne correspondent pas aux préconisations de la norme ont été retirées de l'analyse.

La méthodologie et les tableaux récapitulatifs de l'estimation qualitative par point de mesure de l'influence des conditions météorologiques heure par heure sur les relevés sonométriques sont présentés en **Annexes**.

5.2. Conditions de fonctionnement du poste

Lors de la campagne de mesure, les conditions de fonctionnement des équipements du poste étaient les suivantes :

Equipement	Fonctionnement	Réfrigération
TR-311	ON	3 ventilateurs / 3
TR-313	ON	1 ventilateurs / 2
AT-LAPLUME	ON	-

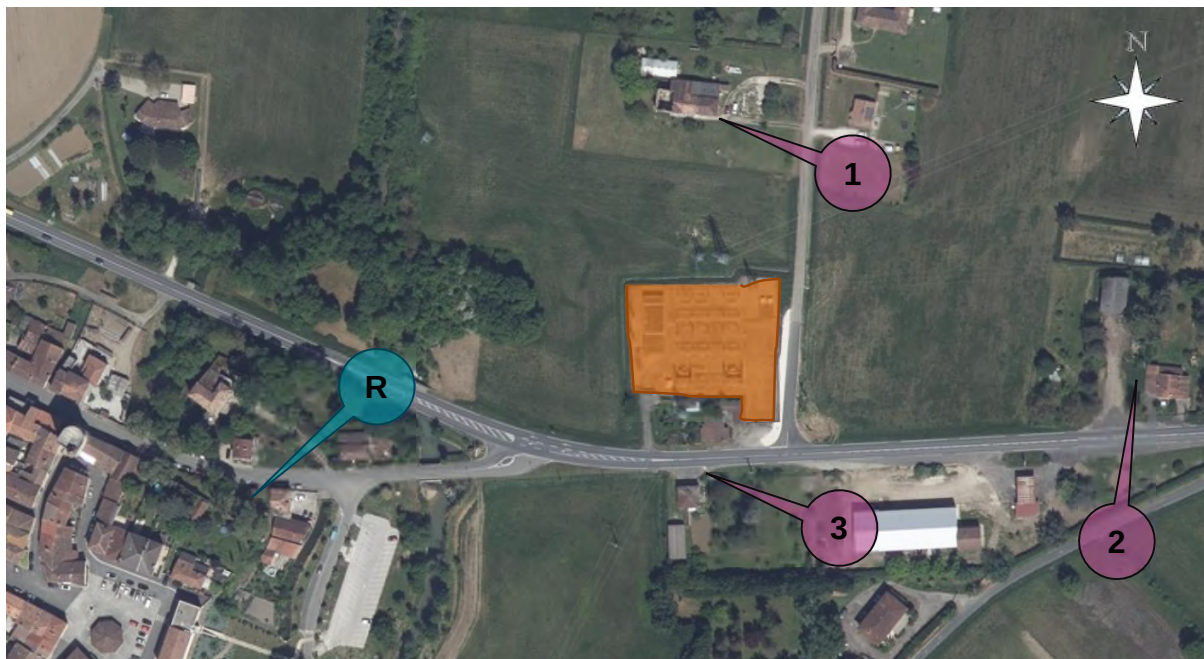
En dehors de ces équipements, nous n'avons constaté aucune autre source sonore prépondérante lors de notre intervention.

Toutefois, les lignes électriques peuvent avoir un impact localement dans le poste.

6. Position des points de mesure

6.1. Localisation sur plan

La position des points de mesure est présentée ci-après. Les points de mesures sont placés à 1,5 mètres du sol ou de tout obstacle (palissade, ...), à au moins 1 m de toute surface réfléchissante et à au moins 2 m des façades de bâtiment.



Légende :



Site



Mesure Ambient longue durée



Mesure Résiduel longue durée

6.2. Informations sur la localisation des points de mesure

6.2.1. Mesure du niveau de bruit ambiant

	Informations	Photo
Point 1	Habitation située au Nord du poste. Lieudit Pougnan.	
Point 2	Habitation située à l'Est du poste. 596 route de Mont de Marsan.	
Point 3	Habitation située au Sud du poste. 811 route de Mont de Marsan	

6.2.2. Mesure du niveau de bruit résiduel

	Informations	Photo
Point R	Habitation située au Sud-Sud-Ouest du poste. Allée du Paravis	

Remarques sur le positionnement des points de mesure du bruit résiduel

Le poste ne pouvant être arrêté, des mesures en point masqué ont été effectuées afin de caractériser le bruit résiduel (cf.§3. Méthodologie).

Ce point ont été positionnés afin d’être représentatifs du niveau de bruit résiduel (poste à l’arrêt) au niveau des points de mesure du niveau de bruit ambiant (voisinage le plus impacté).

- Point R
 - Ce point caractérise un environnement sonore conditionné par les sources suivantes :
 - Trafic routier sur la départementale 119
 - Rumeurs urbaines
 - Bruits de la nature
 - Bruits de voisinage, d’activité humaine

Cette mesure est jugée représentative du niveau de bruit résiduel pour l’ensemble des points.

NOTA

Des évènements sonores occasionnels engendrés par des sources sonores situées au voisinage immédiat du point de mesure peuvent être constatés.

Afin de s’affranchir de ces évènements sonores qui ne sont en aucun cas représentatifs de l’environnement sonore aux points de mesure du bruit ambiant, et conformément aux prescriptions de la norme NF S 31-010, nous pourrions être amenés à utiliser des indices fractiles tels que le L50 ou le L90 pour caractériser le niveau de bruit résiduel.

Ce choix est systématiquement justifié (cf. § 7)

7. Résultats des mesures

Les résultats détaillés font l'objet des planches jointes présentées en Annexes.

7.1. Niveaux sonore relevés

Ci-dessous les tableaux récapitulatifs des niveaux sonores obtenus, pour les périodes réglementaires diurne (7h-22h) et nocturne (22h-7h), ainsi que pour les « creux de jour » et « creux de nuit » (valeurs relevées pendant la ½ heure la plus calme sur chaque période).

Conformément à la réglementation, les valeurs présentées sont arrondies à 0,5 dB(A).

7.1.1. Niveaux de bruit ambiant

Niveau de Bruit AMBIANT au voisinage - Arrondis à 0,5 dB(A) <i>Périodes Complètes & Spécifiques</i>									
Lieu	Période	Début	Fin	Durée	L _{Aeq} dB(A)	L ₅₀ dB(A)	L ₉₀ dB(A)	L ₁₀ dB(A)	Indicateur retenu
Point 1	diurne	06/05/25 11:10	07/05/25 10:16	12h24	56,5	48,5	44,5	55	L ₅₀
	creux de jour	06/05/25 14:56	06/05/25 15:26	0h30	47,5	46	43,5	50	L ₅₀
	nocturne	06/05/25 22:00	07/05/25 06:59	9h00	54	44,5	42	51,5	L ₅₀
	creux de nuit	06/05/25 23:34	07/05/25 00:04	0h30	43,5	42,5	41,5	45	L ₅₀
Point 2	diurne	06/05/25 11:21	07/05/25 10:10	12h08	66,5	51	40,5	72	L ₅₀
	creux de jour	06/05/25 21:25	06/05/25 21:54	0h30	60,5	40	37	53	L ₅₀
	nocturne	06/05/25 22:00	07/05/25 06:59	9h00	60,5	40	34	53,5	L ₅₀
	creux de nuit	07/05/25 01:35	07/05/25 02:05	0h30	53	37	33,5	41,5	L ₅₀
Point 3	diurne	06/05/25 11:32	07/05/25 10:22	12h09	62,5	54	42,5	67,5	L ₅₀
	creux de jour	06/05/25 21:26	06/05/25 21:56	0h30	56	39	36,5	55,5	L ₅₀
	nocturne	06/05/25 22:00	07/05/25 06:59	9h00	56,5	40,5	35	55,5	L ₅₀
	creux de nuit	07/05/25 01:35	07/05/25 02:05	0h30	49	37,5	35	43	L ₅₀

Commentaires

Les niveaux sonores relevés sont conditionnés par la circulation routière sur la départementale D119, les bruits de la nature et des activités humaines. Le poste est légèrement audible au point 1.

7.1.2. Niveau de bruit résiduel

Niveau de Bruit RESIDUEL voisinage - Arrondis à 0,5 dB(A) <i>Périodes Complètes & Spécifiques</i>									
Lieu	Période	Début	Fin	Durée	LAeq dB(A)	L50 dB(A)	L90 dB(A)	L10 dB(A)	Indicateur retenu
Point R	diurne	06/05/25 11:55	07/05/25 10:25	11h49	62,5	51,5	43,5	67,5	L50
	creux de jour	06/05/25 21:01	06/05/25 21:31	0h30	55,5	42	39	54,5	L50
	nocturne	06/05/25 22:00	07/05/25 06:59	9h00	57	42,5	38	54	L50
	creux de nuit	07/05/25 01:35	07/05/25 02:05	0h30	49,5	41	39	43,5	L50

Commentaires

Au point R, l'ambiance sonore est conditionnée par :

- o Trafic routier sur la départementale 119,
- o Bruits de la nature,
- o Bruits de voisinage, d'activité humaine.

***Rappel :** La norme NFS31-010 spécifie que, dans des cas particuliers, on peut être amené à s'intéresser, soit à des périodes temporelles bien précises, soit à utiliser des descripteurs acoustiques mieux adaptés comme, par exemple, les indices fractiles. Dans ce cas, les choix adoptés, en complément de l'indicateur d'émergence, seront justifiés. On citera, en particulier, que l'utilisation de l'indice fractile L50 est particulièrement bien adaptée lors de mesurage pour lesquels le bruit résiduel comporte un bruit de trafic pulsé. En effet, ce bruit de trafic s'apparente à une somme de bruits intermittents, d'intensité importante mais qui ont une durée d'apparition suffisamment faible pour ne pas présenter à l'oreille d'effet de masque du bruit que l'on cherche à caractériser (en l'occurrence le bruit du site).*

Dans le cas présent, on observe un écart important entre les niveaux LAeq et L50 mesurés (LAeq - L50 > 5dB). Cet écart est révélateur de l'apparition de bruits pulsés. Or ces bruits ne sont pas liés au poste mais au trafic routier. Cette affirmation est confirmée par l'écoute sur place.

8. Conformité réglementaire lors de la campagne de mesures

Rappel : les objectifs réglementaires d'urgence admissible sont définis à l'intérieur des habitations. En raison des contraintes imposées par le client et par le fonctionnement du poste, les mesures ont été réalisées en extérieur.

8.1.1^{er} niveau d'analyse – Périodes complètes

8.1.1. Comparaison des niveaux retenus

Le tableau ci-dessous présente les émergences sonores relevées sur les périodes réglementaires diurne et nocturne sur la base des indicateurs acoustiques retenus.

Les résultats obtenus sont comparés aux exigences réglementaires.

Contrôle réglementaire au voisinage									
Périodes complètes - Indicateurs retenus									
Lieu	Période	Niveaux sonores dB(A)			Emergences dB(A)		Niveau autorisé	Conformité // Dépasse	
		Ind.	Résiduel	Ind.	Ambiant	Autorisée			Mesurée
Point 1	diurne	L50	51,5	L50	48,5	+ 5	!	56,5	Oui
	nocturne	L50	42,5	L50	44,5	+ 3	+ 2	45,5	Oui
Point 2	diurne	L50	51,5	L50	51	+ 5	!	56,5	Oui
	nocturne	L50	42,5	L50	40	+ 3	!	45,5	Oui
Point 3	diurne	L50	51,5	L50	54	+ 5	+ 2,5	56,5	Oui
	nocturne	L50	42,5	L50	40,5	+ 3	!	45,5	Oui

! Le niveau de bruit résiduel est supérieur au niveau de bruit ambiant.

Analyse des résultats

Les émergences sonores constatées en extérieur pour l'ensemble des périodes sont inférieures aux objectifs réglementaires.

⇒ **Ces émergences seraient à priori conformes en intérieur.**

8.2.2^{ème} niveau d'analyse – Périodes les plus calmes

8.2.1. Comparaison des niveaux retenus

Le tableau ci-dessous présente les émergences sonores relevées sur les périodes réglementaires diurne et nocturne sur la base des indicateurs acoustiques retenus.

Les résultats obtenus sont comparés aux exigences réglementaires.

Contrôle réglementaire au voisinage Périodes spécifiques - Indicateurs retenus									
Lieu	Période	Niveaux sonores dB(A)		Emergences dB(A)		Niveau autorisé	Conformité // Dépasse ¹		
		Ind.	Résiduel	Ind.	Ambiant			Autorisée	Mesurée
Point 1	creux de jour	L50	42	L50	46	+ 5	+ 4	47	Oui
	creux de nuit	L50	41	L50	42,5	+ 3	+ 1,5	44	Oui
Point 2	creux de jour	L50	42	L50	40	+ 5	!	47	Oui
	creux de nuit	L50	41	L50	37	+ 3	!	44	Oui
Point 3	creux de jour	L50	42	L50	39	+ 5	!	47	Oui
	creux de nuit	L50	41	L50	37,5	+ 3	!	44	Oui

! Le niveau de bruit résiduel est supérieur au niveau de bruit ambiant.

Analyse des résultats

Les émergences sonores constatées en extérieur pour l'ensemble des périodes sont inférieures aux objectifs réglementaires.

⇒ **Ces émergences seraient à priori conformes en intérieur.**

2^{nde} PARTIE

Etude prédictive

9. Préambule

9.1. Objet

L'étude a pour but de :

- Caractériser l'état acoustique initial (niveaux de puissance des équipements, impacts au voisinage, ...)
- Déterminer l'impact et la conformité future du poste après modification,
- Définir si nécessaire un programme de traitement en cas de non-conformité.

9.2. Définition des objectifs

Les objectifs réglementaires sont déterminés sur la base du niveau de bruit résiduel caractérisé lors de la campagne de mesure initiale.

⇒ [Voir 1^{ère} partie du rapport](#)

9.3. Sources sonores considérées

Les principales sources sonores présentes sur les postes électriques sont les suivantes :

- o 1 transformateur ENEDIS TR311 - ODAF
- o 1 transformateur ENEDIS TR313 – ODAF
- o 1 AT LAPLUME

Les cellules de raccordement primaires et secondaires ainsi que les liaisons aériennes sont considérées comme sources secondaires et aucune donnée acoustique ne nous a été transmise concernant ces sources. Par conséquent ces sources ne sont pas modélisées.

A la demande du client, les bruits impulsionnels produits par les disjoncteurs et les manœuvres de sectionneurs sont considérés comme étant négligeables.

9.4.Détermination des niveaux de puissance des sources sonores

Ils sont par conséquent déterminés par ordre de préférence sur la base de :

- Mesures in situ pour caractériser le bruit de l'appareil ;
- PV d'essai établi par le constructeur ;
- Niveaux de bruit garanti auxquels sont appliquées les valeurs de répartition spectrale.

Sources sonores existantes – Caractérisation in situ

Le niveau de puissance acoustique des sources sonores existantes est déterminé par bande d'octaves à partir des mesures réalisées lors de la campagne de mesure initiale et conformément aux normes présentées au §4.

Nouvelles sources sonores

Les installations bruyantes qui seront implantées sur le poste sont déterminées par le client.

En l'absence de PV de mesure établi par le constructeur, les niveaux de puissance acoustique des équipements prévus ont été déterminés sur la base des niveaux de bruit garantis par le fournisseur.

La valeur retenue pour l'étude est alors **la valeur de puissance acoustique moyenne « garantie » à laquelle on applique une tolérance de 3 dB(A)**.

L'allure spectrale est définie sur la base des données présentées dans le tableau ci-dessous :

	Tableau de répartition spectrale – spectre pondéré A								
Fréq.	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Partie Active Valeur moyenne	14%	37%	62%	85%	83%	67%	56%	44%	27%
Réfrigération Valeur moyenne	22%	52%	69%	79%	84%	83%	78%	66%	40%

Le spectre est alors recalé au niveau global « garanti » avec **tolérance de +3 dB**.

9.5.Modélisation & étude

L'étude est effectuée en deux temps :

- Modélisation de l'état actuel avec les équipements dans la configuration de fonctionnement relevée lors des mesures afin de calibrer et valider le modèle réalisé ;
- Modélisation de l'état futur après implantation des équipements.

En cas de non-conformité réglementaire, les traitements à mettre en œuvre sont alors déterminés et font ensuite l'objet d'une modélisation spécifique.

Contenu

Les modélisations prennent en compte les éléments suivants :

- Sources sonores (ponctuelles, linéiques ou surfaciques)
- Ecrans (Pare-son, pare-projectiles, pares-feu, palissage pleines, ...)
- Merlons
- Bâti à l'intérieur du poste et au voisinage
- Topographie de l'ensemble de la zone d'étude (poste + voisinage)
- Effets de sol (absorption acoustique variant en fonction de la nature du sol)
- Effets atmosphérique (atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre)
- Effets météorologiques : modélisation effectuée avec des conditions favorables à la propagation

Ressources utilisées pour l'étude

L'étude a été réalisée à l'aide du logiciel IMMI[®] de la société WÖLFEL, outil de modélisation et de calcul 3D de la propagation acoustique environnementale. Les calculs effectués conformément à la norme internationale ISO-9613 relative à "l'atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre". Les résultats communiqués s'entendent suivant leurs conditions générales. (cf. Annexe 3)

Présentation des résultats

Les résultats sont présentés sous les formes suivantes :

- Cartographie sonore (poste + voisinage)
- Tableau de résultat présentant l'impact de chaque source en chaque point d'étude.

10. Présentation des modèles

Nous présentons ci-après les différentes configurations étudiées :

10.1. Modélisation de l'état actuel

La modélisation actuelle est étudiée selon la configuration suivante :

- Configuration « Mesures » : afin de valider le modèle par rapport à la campagne de mesure initiale

10.1.1. Etat actuel - Principaux éléments considérés

Equipement	Fonctionnement	Dispositifs particuliers
	Config. « Mesures »	
TR-311 ODAF	Partie active - ON Groupe ventilation - ON	Loge 3 faces h=5m
TR-313 ODAF	Partie active - ON Groupe ventilation - ON	Loge 3 faces h=5m
AT-LAPLUME	ON	-

Autres

- Clôture grillagée autour de la limite de propriété.
- Bâtiment du poste.

10.1.2. Implantation actuelle

Vue globale



Légende :

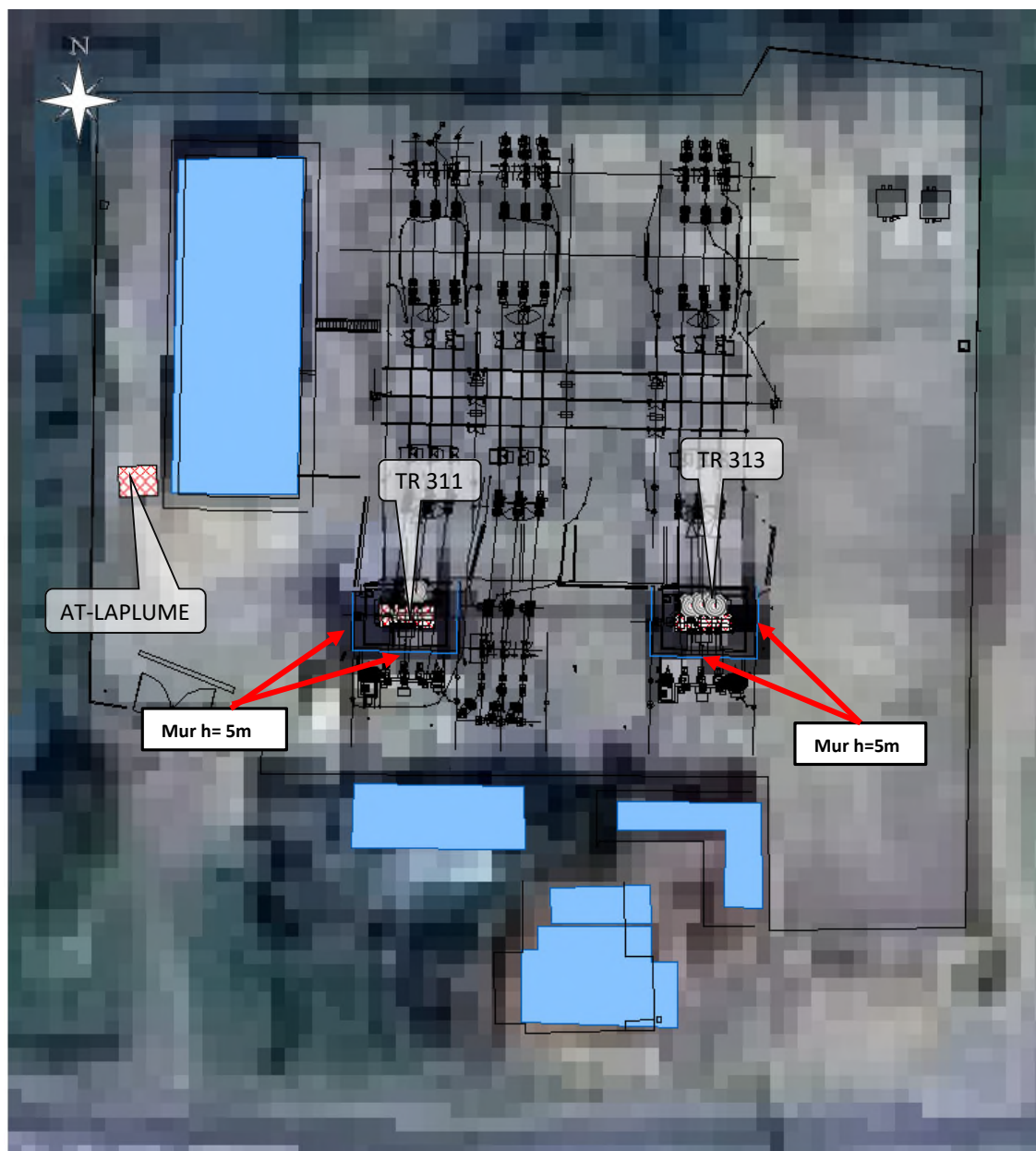


Position du point d'étude retenu



Bâtiments

Vue du poste



Légende :



Bâtiment

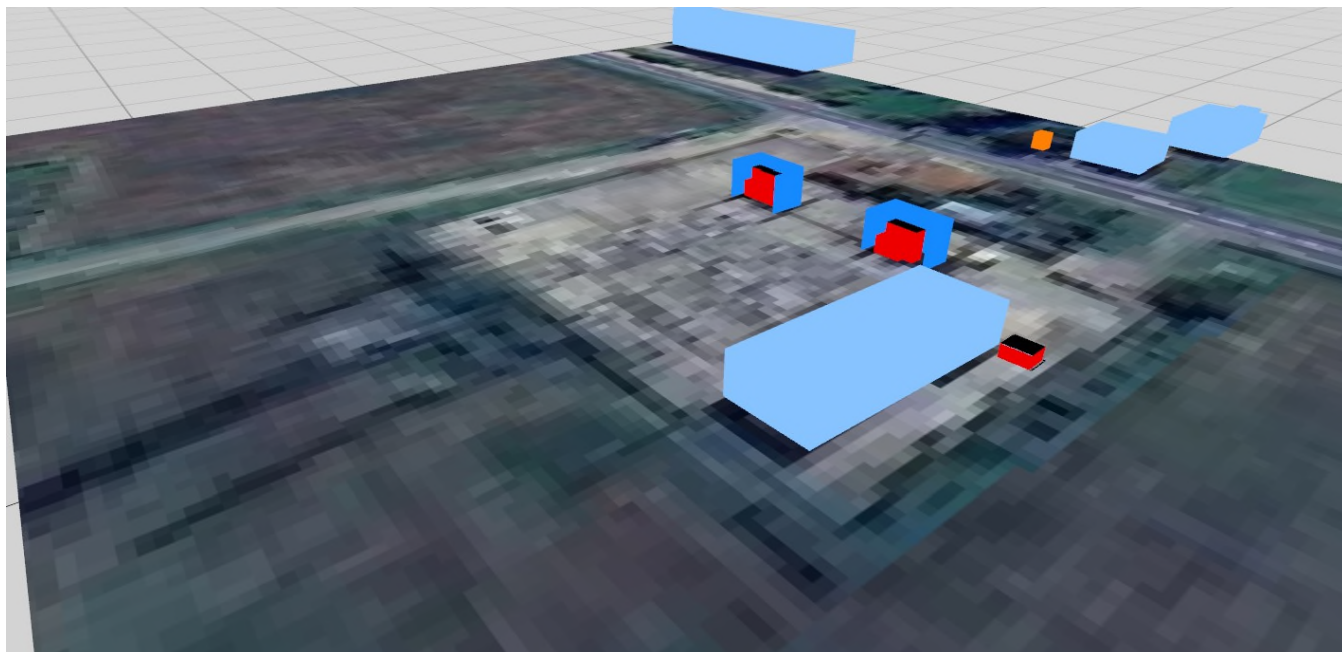


Source ponctuelle



Source surfacique

Vue 3D



10.2. Implantation future

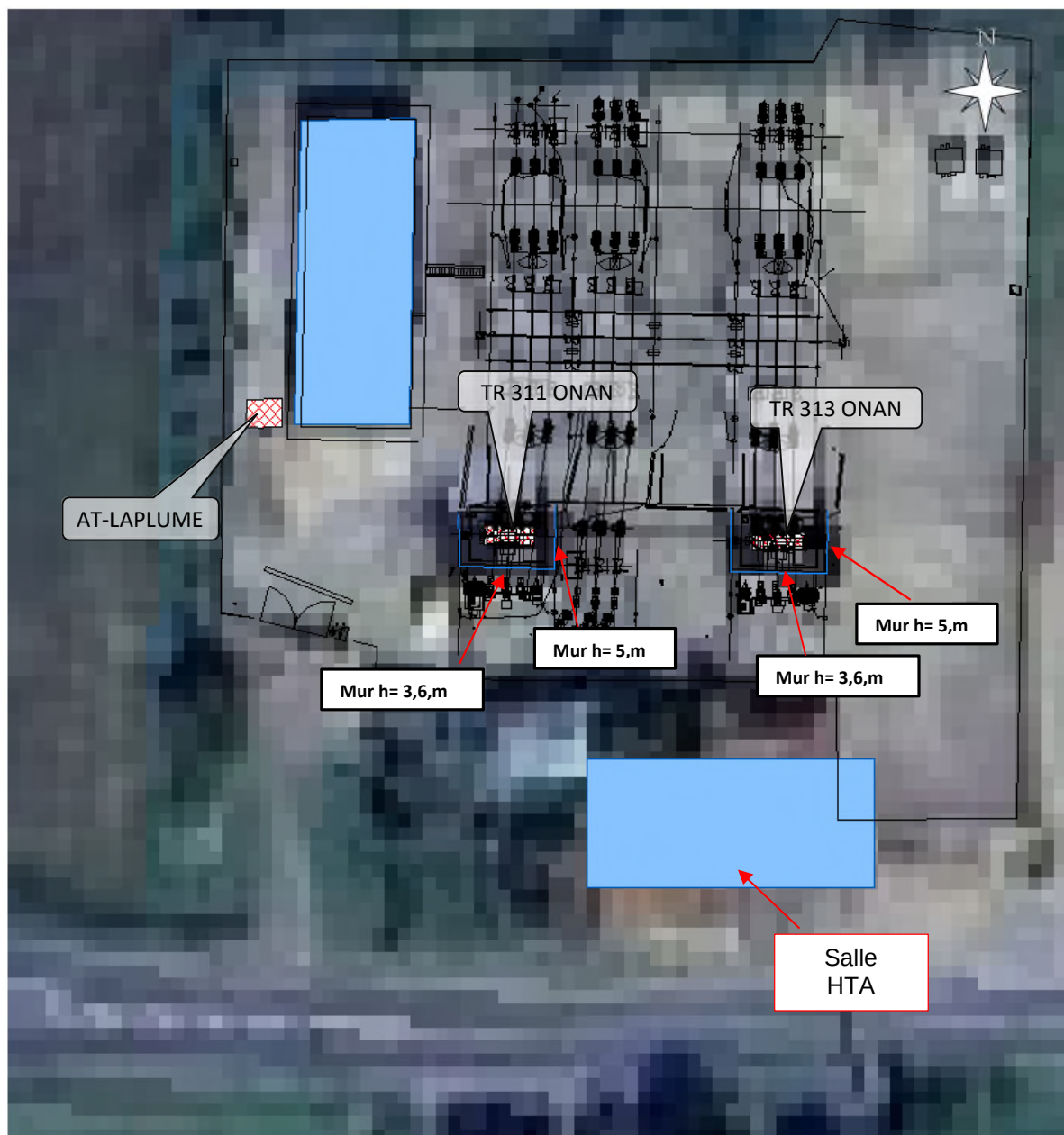
La modélisation future intègre les éléments suivants :

10.2.1. Implantation future - Principaux éléments considérés

Equipement	Evolution	Dispositions particulières
TR-311	Remplacé type ONAN	(*) 3 murs pare feu autour des transformateurs. Hauteur de 5m sur les côtés et hauteur 3,6m côté Sud -
TR-313	Remplacé type ONAN	(*) 3 murs pare feu autour des transformateurs. Hauteur de 5m sur les côtés et hauteur 3,6m côté Sud -
AT-LAPLUME	Conservé	-
Salle HTA	Ajouté	-

(*) Le projet prévoit de rénover les bancs transformateurs en place. Les bancs seront cependant surélevés à la côte PPRI car en zone inondable (+1m par rapport au niveau fini actuel du poste). De ce fait les transformateurs seront surélevés de 1 m du sol et la hauteur des murs sera définis en partant de la base des transformateurs. De ce fait les murs sur les cotés auront une hauteur de 6 mètres en partant du sol et les murs cotés Sud, une hauteur de 4,6 mètres du sol. Concernant le futur bâtiment HTA, nous avons considéré une hauteur de 4,5 mètres (comme celui existant)

10.2.2. Implantation future



Légende :

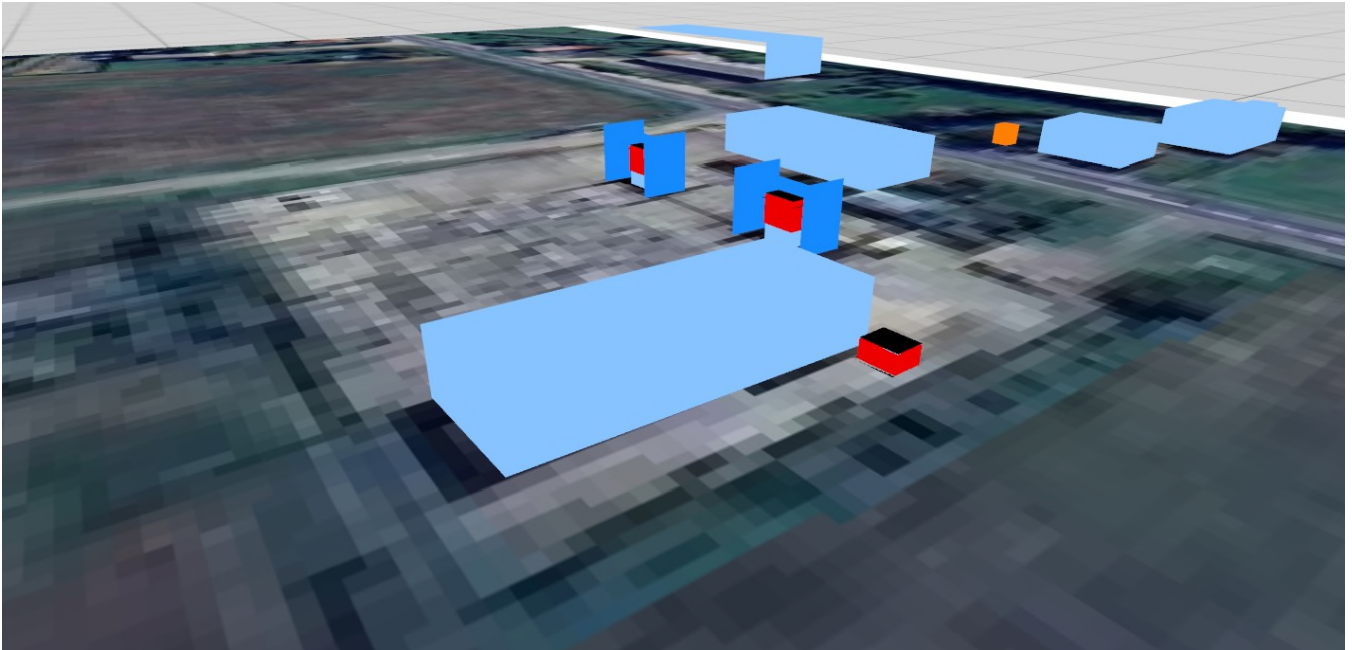


Bâtiment



Source surfacique

10.2.1. Vue 3D



11. Caractéristiques des sources sonores

Nous présentons dans ce paragraphe les valeurs de puissances sonores retenues pour chacune des sources considérées.

11.1. Etat initial

Données

Réf. source	Données
PA-TR311	Mesures in situ
GV-TR311	Mesures in situ
PA-TR313	Mesures in situ
GV-TR313	Mesures in situ
AT-LAPLUME	Mesures in situ

Valeurs retenues

Réf. source	Valeurs par bandes d'octaves [dB linéaire]									dB(A)
	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	
PA-TR311	63	67	81	76	73	64	52	44	32	73
GV-TR311	76	84	84	82	80	75	72	67	63	81
PA-TR313	71	76	82	82	71	63	53	41	30	75
GV-TR313	89	90	89	82	81	75	68	61	54	82
AT-LAPLUME	59	59	63	74	62	50	44	38	31	66

11.2. Etat futur

Données

Réf. source	Données
TR311 ONAN	Valeur garantie 74 dB(A)
TR313 ONAN	Valeur garantie 74 dB(A)
AT-LAPLUME	Mesures in situ

Valeurs retenues

Réf. source	Valeurs par bandes d'octaves [dB linéaire]									dB(A)	Dont Tol,
	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz		
TR311 ONAN	76	81	83	78	74	70	68	63	49	77	+3 dB(A)
TR313 ONAN	76	81	83	78	74	70	68	63	49	77	+3 dB(A)
AT-LAPLUME	59	59	63	74	62	50	44	38	31	66	

12. Résultats des calculs

Les résultats des calculs sont donnés pour la **période nocturne**, car celle-ci est la période réglementaire la plus contraignante. Les valeurs de niveau de bruit étant identiques de jour comme de nuit d'après l'hypothèse de stabilité des émissions des sources sonores sur ces deux périodes, la conformité du site en période nocturne impliquera sa conformité en période diurne.

L'indicateur de niveau de **bruit résiduel retenu** pour l'étude est le L50 (voir §.7.1.1) sur la période la plus calme nocturne soit :

Bruit résiduel = **41 dB(A)**

12.1. Validation du modèle – configuration mesures

Le tableau ci-dessous présente la comparaison entre les résultats obtenus lors de la campagne de mesure aux résultats obtenus par la modélisation pour une configuration de fonctionnement identique afin de valider le modèle. Comme le bruit résiduel aux points 2 et 3 est supérieur au bruit ambiant, nous prendrons pour le calage du modèle le point 1 comme point de référence.

Validation modèle	Mesure	Calcul		Mesure	
Point	Bruit résiduel ⁽¹⁾ dB(A)	Bruit particulier ⁽²⁾ dB(A)	Bruit ambiant ⁽³⁾ dB(A)	Valeur mesurée dB(A)	Ecart ⁽⁴⁾ dB(A)
Point 1	41	40,5	44	42,5	+ 1,5

Aide à la lecture :

- ⁽¹⁾ : « Bruit résiduel » : Bruit hors fonctionnement du poste, défini pour la période nocturne, période la plus contraignante,
- ⁽²⁾ : « Bruit particulier » : Niveau de bruit obtenu par le calcul aux points de réception et engendré par l'ensemble des équipements du poste.
- ⁽³⁾ : « Bruit ambiant » : Niveau de bruit obtenu par le calcul aux points de réception en prenant en compte l'ensemble des sources sonores (Bruit résiduel + Bruit particulier).
- ⁽⁴⁾ : « Ecart » : Différence entre le niveau de bruit ambiant obtenu par le calcul et le niveau de bruit ambiant mesuré.

Commentaires

⇒ **Le modèle est validé**

12.2. Etat initial - configuration de fonctionnement maximal

Ci-dessous les résultats de calculs représentatifs du poste dans son **état actuel** dans la configuration **de fonctionnement maximum** (l'ensemble des ventilateurs en fonctionnement).

Les résultats présentés sont arrondis à 0,5 dB(A).

<i>Etat actuel</i> <i>Configuration max</i>	Conformité des résultats		
Point	Point 1	Point 2	Point 3
Bruit particulier ⁽²⁾ Calculé	41	29,5	36
Bruit résiduel ⁽¹⁾ Mesuré	41	41	41
Emergence Réglementaire	+ 3	+ 3	+ 3
Seuil réglementaire	30	30	30
Objectif réglementaire	44	44	44

Bruit ambiant ⁽³⁾ Calculé	44	41,5	42
Emergence Calculée	+ 3	+ 0,5	+ 1

Conformité	Oui	Oui	Oui
Dépassement	-	-	-

Aide à la lecture :

⁽¹⁾ : « Bruit résiduel » : bruit hors fonctionnement du poste, défini pour la période nocturne, période la plus contraignante,

⁽²⁾ : « Bruit particulier » : niveau de bruit obtenu par le calcul aux points de réception et engendré par l'ensemble des équipements du site.

⁽³⁾ : « Bruit ambiant » : niveau de bruit obtenu par le calcul aux points de réception en prenant en compte l'ensemble des sources sonores (Bruit résiduel + Bruit particulier).

⁽⁴⁾ : « Ecart » : différence entre le niveau de bruit ambiant obtenu par le calcul et le niveau de bruit ambiant mesuré.

Commentaires

Nous pouvons constater que dans son état actuel le poste est **conforme** à la réglementation.

Les résultats obtenus sont conformes à la réglementation.

L'impact de chacune des sources et la hiérarchisation de celles-ci sont présentés au § suivant.

12.2.1. Etat initial – Configuration maximal – Impact de chacune des sources

Source	Impact acoustique (arrondi 0,5 dB)		
	Point 1	Point 2	Point 3
PA-TR313	37	28	34,5
PA-TR311	35	21,5	30,5
GV-TR313	34	16,5	21,5
GV-TR311	32	9	8,5
AT-LAPLUME	12	9	5
Bruit particulier ⁽²⁾ Calculé	41	29,5	36
Bruit résiduel ⁽¹⁾ Mesuré	41	41	41
Emergence Réglementaire	+ 3	+ 3	+ 3
Seuil réglementaire	30	30	30
Objectif réglementaire	44	44	44

Bruit ambiant ⁽³⁾ Calculé	44	41,5	42
Emergence Calculée	+ 3	+ 0,5	+ 1

Conformité	Oui	Oui	Oui
Dépassement	-	-	-

Commentaires

Nous pouvons constater que la partie active du TR313 et TR311 ainsi que le groupe de ventilation du TR313 sont les sources principales.

12.3. Etat futur – Remplacement des transformateurs ODAF par des ONAN, construction de murs pare feu et construction d’une salle HTA.

12.3.1. Etat futur – Conformité réglementaire

Ci-dessous les résultats de calculs représentatifs du poste dans son **état futur avec le remplacement des transformateurs, l’ajout de murs pare feu et construction d’une salle HTA.**

Les résultats présentés sont arrondis à 0,5 dB(A).

<i>Etat futur Sans traitement</i>	Conformité des résultats		
Point	Point 1	Point 2	Point 3
Bruit particulier ⁽²⁾ Calculé	41	27	35
Bruit résiduel ⁽¹⁾ Mesuré	41	41	41
Emergence Réglementaire	+ 3	+ 3	+ 3
Seuil réglementaire	30	30	30
Objectif réglementaire	44	44	44

Bruit ambiant ⁽³⁾ Calculé	44	41	42
Emergence Calculée	+ 3	+ 0	+ 1

Conformité	Oui	Oui	Oui
Dépassement	-	-	-

Aide à la lecture :

⁽¹⁾ : « Bruit résiduel » : bruit hors fonctionnement du poste, défini pour la période nocturne, période la plus contraignante,

⁽²⁾ : « Bruit particulier » : niveau de bruit obtenu par le calcul aux points de réception et engendré par l’ensemble des équipements du site.

⁽³⁾ : « Bruit ambiant » : niveau de bruit obtenu par le calcul aux points de réception en prenant en compte l’ensemble des sources sonores (Bruit résiduel + Bruit particulier).

⁽⁴⁾ : « Ecart » : différence entre le niveau de bruit ambiant obtenu par le calcul et le niveau de bruit ambiant mesuré.

Commentaires

Nous pouvons constater que la configuration future n’apporte pas d’augmentation du niveau sonore par rapport à l’installation existante en configuration maximale.

Les résultats obtenus sont conformes à la réglementation.

L’impact de chacune des sources et la hiérarchisation de celles-ci sont présentés au § suivant.

12.3.2. Etat futur - Impact de chacune des sources

Le tableau ci-dessous présente en chaque point d'étude le niveau sonore engendré par chacune des sources prises indépendamment.

L'impact de l'ensemble du poste (bruit particulier) correspond alors à la somme logarithmique de l'ensemble de ces contributions.

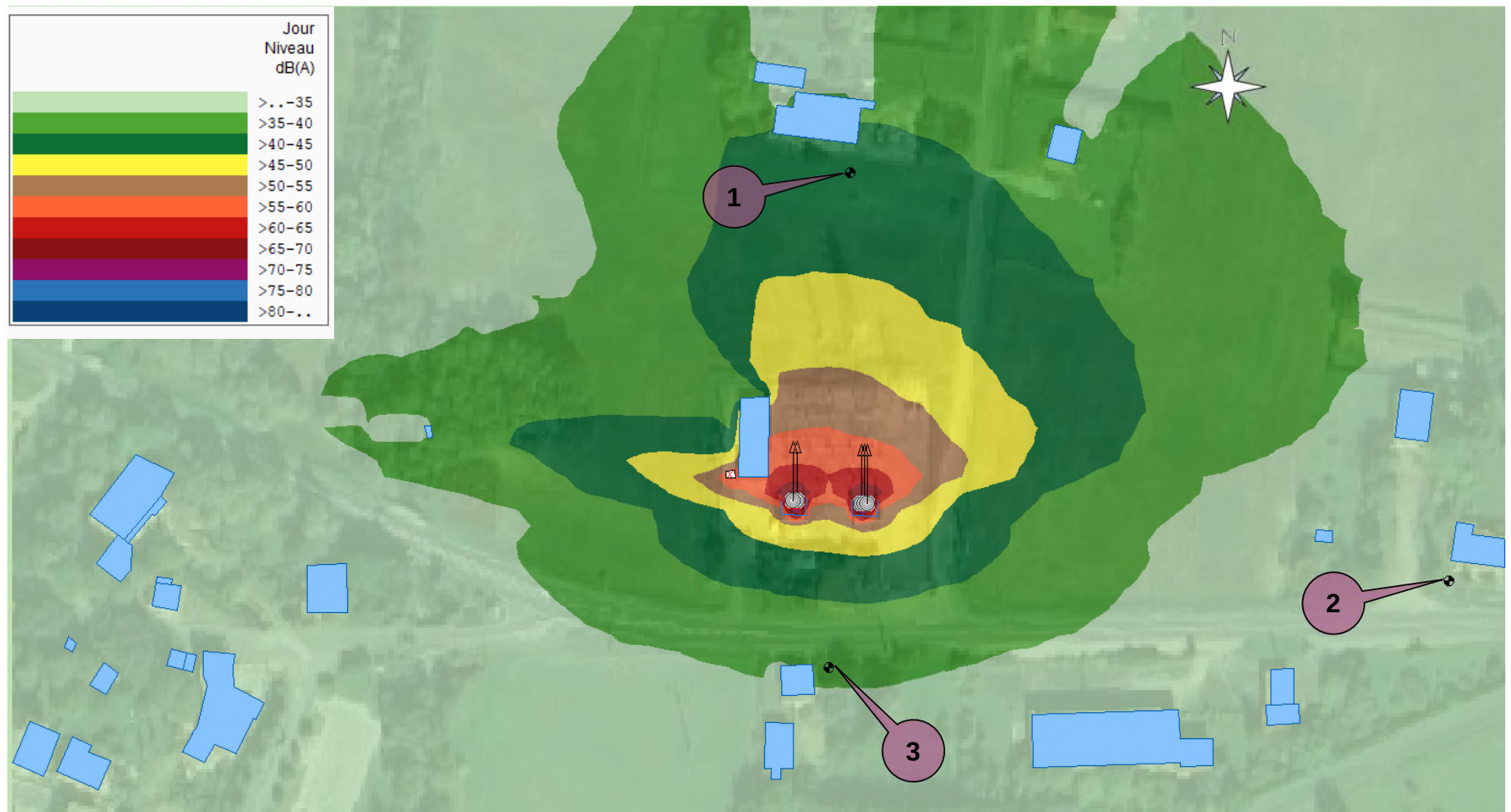
Source	Impact acoustique (arrondi 0,5 dB)		
	Point 1	Point 2	Point 3
TR313 ONAN	38	25,5	33
TR311 ONAN	38	22	30,5
AT-LAPLUME	11,5	8	21

13. Cartographies sonores

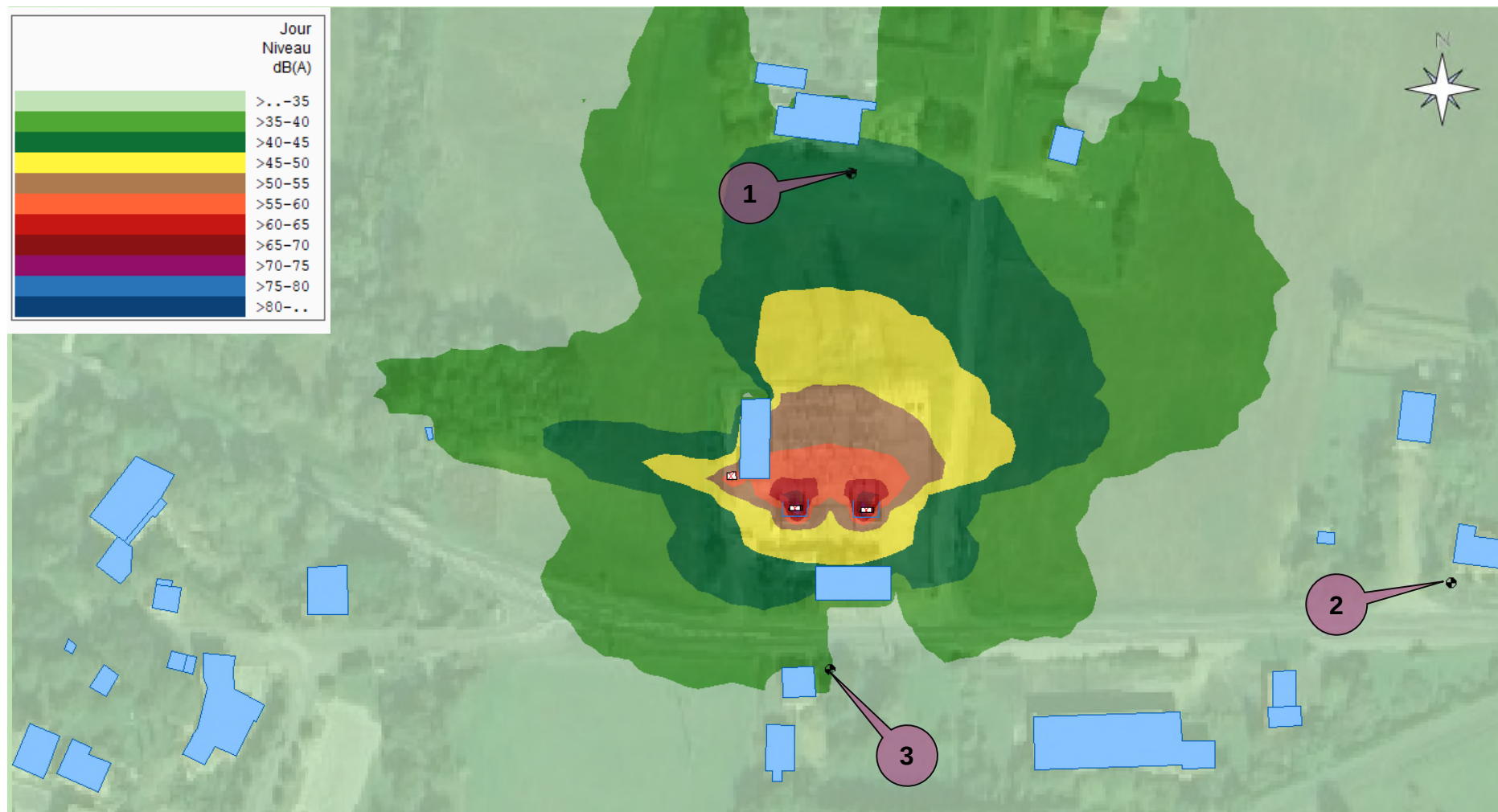
Nous donnons ci-après les cartes de bruit calculées.

Les valeurs de niveau de bruit ne tiennent pas compte du bruit résiduel, par conséquent les valeurs affichées sont caractéristiques des émissions sonores du poste seul (bruit particulier), identiques de jour comme de nuit d'après l'hypothèse de la stabilité des émissions des sources sonores sur ces deux périodes.

13.1. Etat initial - configuration de fonctionnement maximal



13.2. Etat futur



Conclusion générale

Conformité actuelle

Le poste de Bruch est actuellement **conforme** sur les périodes réglementaires diurne et nocturne. En effet, les émergences sonores mesurées au voisinage du poste en extérieur sont conformes à la réglementation. **Ces émergences sont a priori conformes en intérieur.**

Modification(s) prévue(s)

ENEDIS prévoit de :

- Remplacer les transformateurs existants ODAF 63/20kV 20MVA par des transformateurs ONAN 63/20kV 36MVA.
- Remplacer les murs pare-feu existants par des murs pare feu d'une hauteur de 5 mètres sur les côtés des transformateurs et des murs d'une hauteur de 3,6 mètres côté Sud des transformateurs (+1m par rapport au niveau fini actuel du poste).
- Ajouter une salle HTA.

Conformité future

Les travaux prévus dans le poste n'engendrent pas d'augmentation du niveau sonore au voisinage par rapport à la situation actuelle. Par conséquent, **les émissions sonores du poste dans sa configuration future seront également conformes avec la réglementation.**

Perspectives

Une campagne de mesures de réception après travaux pourrait être envisagée afin de confirmer le respect de la réglementation au niveau des riverains les plus proches.

Annexes

Annexe 1

Notions d'acoustique

Les notions abordées dans ce rapport de mesure sont explicitées dans la norme NFS 31-010. Leurs définitions sont les suivantes :

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A : LAeq,T

Valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu et stable qui, au cours d'une période spécifiée T, a la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction temps. Il est défini par la formule :

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A^2(t)}{P_a^2} dt \right]$$

LAeq,T : est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t1 et se termine à t2 ;

PO : est la pression acoustique de référence 20μPa ;

PA(t) : est la pression acoustique instantanée pondérée A du signal.

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A « court » : LAeq,τ

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A obtenu sur un intervalle de temps « court ». Cet intervalle de temps, appelé durée d'intégration, a pour symbole T. Le LAeq court est utilisé pour obtenir une représentation fine de l'évolution temporelle des événements acoustiques pendant l'intervalle de mesure. La durée d'intégration retenue dépend de la durée des phénomènes que l'on veut mettre en évidence. Elle est généralement de durée inférieure ou égale à 10s. Dans ce cas, on peut calculer par exemple le niveau continu équivalent du bruit particulier par la formule suivante :

$$L_{Aeq,T_{part}} = 10 \log \left[\frac{1}{T_{part}} \sum_{i=1}^N \tau \cdot 10^{0,1(L_{Aeq,\tau})_i} \right]$$

Tpart : est la durée totale d'apparition du bruit particulier : $T_{part} = \tau \cdot N$,

τ : est le temps d'intégration choisi pour la détermination des LAeq courts,

N : est le nombre total de valeurs de LAeq courts décrivant la contribution énergétique du bruit particulier considéré,

LAeq,τ : est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A « court ».

Niveau acoustique fractile : LAN,τ

Par analyse statistique de LAeq courts, on peut déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N% de l'intervalle de temps considéré, dénommé « Niveau acoustique fractile ». Son symbole est LAN,τ, par exemple L90,1s est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépassé pendant 90% de l'intervalle de mesure, avec une durée d'intégration égale à 1s.

Intervalle de mesure

Intervalle de temps au cours duquel la pression acoustique quadratique moyenne pondérée A est intégrée et moyennée.

Intervalle d'observation

Intervalle de temps au cours duquel tous les mesurages nécessaires à la caractérisation de la situation sonore sont effectués soit en continu, soit par intermittence.

NB : Dans le cas de mesures en continu, l'intervalle d'observation est égal à l'intervalle de mesure, sinon il est plus grand.

Intervalle de référence

Intervalle de temps retenu pour caractériser une situation acoustique et pour déterminer de façon représentative l'exposition au bruit des personnes.

Bruit ambiant

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

Bruit particulier

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant.

Bruit résiduel

Bruit ambiant en l'absence du (des) bruits particulier(s), objet(s) de la requête considérée.

Émergence

Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande quelconque de fréquence.

Tonalité

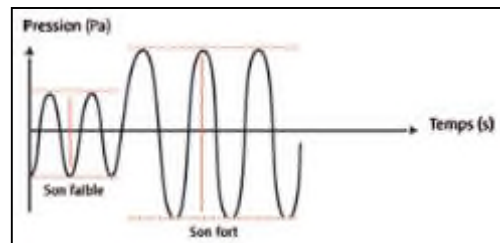
La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveaux entre la bande de 1/3 d'octave et les quatre bandes de 1/3 d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement supérieures et les deux bandes immédiatement inférieures) atteint ou dépasse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

Cette analyse se fera à partir d'une acquisition minimale de 10s.

63 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 6,3 kHz
10 dB	5 dB	5 dB

Mesurer le bruit

La pression sonore s'exprime en pascal. L'oreille humaine perçoit des sons à partir de 20 micropascals (seuil d'audibilité) et jusqu'à 20 pascals (seuil de la douleur). Cette unité est peu pratique, c'est pourquoi les acousticiens ont défini une nouvelle unité : le décibel (dB), qui permet de compresser cette gamme entre 0 (seuil d'audibilité) et 120 (seuil de la douleur). Le décibel représente la plus petite variation de l'air d'intensité sonore perceptible par l'oreille humaine.



Additionner les bruits

Les décibels sont des **logarithmes**, on ne peut donc pas les additionner ou les soustraire comme des nombres décimaux.

Pour rester simple, sachez que...

- Si le niveau du bruit double, cela correspond à l'émission de 3 dB de plus.
- S'il diminue de moitié, son niveau aura 3 dB de moins.

Afin de connaître le niveau global de bruit émis par plusieurs sources en même temps, deux règles s'appliquent :

Pour des bruits de niveaux très sensiblement différents (≥ 10 dB)

20 dB + 50 dB $\approx$ 70 dB

20 dB + 50 dB = 50 dB

Le bruit le plus fort masque le plus faible.

Pour des bruits de niveaux équivalents (≤ 10 dB)

50 dB + 50 dB $\approx$ 100 dB

50 dB + 50 dB = 53 dB

Le décibel pondéré A

Le décibel pondéré A est une correction par bande de fréquence du niveau décibel afin de se rapprocher de la perception de l'oreille humaine.

La pondération effectuée par bande d'octave est présentée dans le tableau ci-dessous (ici entre 63 et 4000 Hz) :

Bande de fréquence	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4kHz
Pondération A (dB)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	1

Échelle de bruit

L'échelle du bruit s'étend de **0 dB (seuil d'audibilité)** à **130 dB (seuil de la douleur)**. La plupart des sons de la vie courante sont compris entre 30 et 90 décibels. On trouve des niveaux supérieurs à 90 dB essentiellement dans la vie professionnelle (industrie, armée, artisanat...) et dans certaines activités de loisirs (chasse, musique, sports

mécaniques). Les discothèques et salles de concert ont, quant à elles, un niveau sonore maximal autorisé de 102 dB(A). Certaines sources (avions, fusées, canons) émettent des niveaux supérieurs à 130 dB.

Le graphique ci-dessous présente en image une échelle de bruit.



Annexe 2

Extrait réglementaires

Arrêté du 26 janvier 2007 : fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique

Les équipements des postes de transformation et les lignes électriques sont conçus et exploités de sorte que le bruit qu'ils engendrent, **mesuré à l'intérieur des locaux d'habitation**, conformément à la norme NFS 31 010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement, respecte l'une des deux conditions ci-dessous :

- Le bruit ambiant mesuré, comportant le bruit des installations électriques, est inférieur à 30 dB(A) ;
- L'émergence globale du bruit provenant des installations électriques, mesurée de façon continue, est inférieure à **5 décibels A pendant la période diurne** (de 7 heures à 22 heures) et à **3 décibels A pendant la période nocturne** (de 22 heures à 7 heures).

Pour le fonctionnement des matériels de poste, les valeurs admises de l'émergence sont calculées à partir des valeurs de 5 décibels A pendant la période diurne (de 7 heures à 22 heures) et à 3 décibels A pendant la période nocturne (de 22 heures à 7 heures), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif, fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier, selon le tableau ci-après :

DURÉE CUMULÉE D'APPARITION du bruit particulier	TERME CORRECTIF en dB(A)
<i>30 secondes < T ≤ 1 minute.</i>	9
<i>1 minute < T ≤ 2 minutes.</i>	8
<i>2 minutes < T ≤ 5 minutes.</i>	7
<i>5 minutes < T ≤ 10 minutes.</i>	6
<i>10 minutes < T ≤ 20 minutes.</i>	5
<i>20 minutes < T ≤ 45 minutes.</i>	4
<i>45 minutes < T ≤ 2 heures.</i>	3
<i>2 heures < T ≤ 4 heures.</i>	2
<i>4 heures < T ≤ 8 heures.</i>	1
<i>T > 8 heures.</i>	0

⇒ Dans le cadre de la présente étude, le fonctionnement des postes étant continu (>8h), le terme correctif est par conséquent égale à zéro (0).

Annexe 3

Présentation de l'outil de calculs prévisionnels des niveaux sonores

L'étude a été réalisée à l'aide du logiciel IMMI® de la société WÖLFEL, outil de modélisation et de calcul 3D de la propagation acoustique environnementale. Les calculs effectués par ce logiciel sont conformes à la norme internationale ISO-9613 relative à "l'atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre". Les résultats communiqués s'entendent suivant leurs conditions générales.

IMMI est un logiciel développé par la société WÖLFEL.

SIM Engineering garantit la modélisation du site suivant le code IMMI ; les résultats communiqués s'entendent suivant leurs conditions générales.

Les résultats de la simulation s'entendent à +/- 3dBA.

Ce programme informatique permet de simuler tout site industriel et de calculer l'influence de la totalité ou de chaque équipement en n'importe quel point du champ extérieur.

Succinctement, ce programme tient compte des éléments suivants :

- Des bâtiments ou autres volumes de forme parallélépipédique ou cylindrique qui peuvent jouer, soit un rôle d'écran acoustique lorsqu'ils se situent entre la source et le récepteur, soit un rôle de réflecteur lorsque la source est située à proximité.
- De la position géographique des sources sonores considérées comme sources ponctuelles dans les 3 dimensions d'un espace orthonormé XYZ. Lorsque des sources sonores sont étendues (rayonnement de bâtiments, de tuyauteries, ...), elles sont décomposées en un ensemble de sources ponctuelles réparties sur la totalité de la surface rayonnante.
- Du niveau de puissance sonore de chaque source dans les 9 bandes d'octaves normalisées de 31,5 Hz à 8000 Hz.
- Du temps de fonctionnement de chaque source, en pourcentage.
- De l'effet du sol en considérant 5 types de sol : absorbant de type gazon à réverbérant de type bitume.
- De l'effet du vent, en direction et en vitesse.
- Du taux d'humidité de l'air, en pourcentage.

Pour tout point extérieur du site, le calcul du niveau sonore par source peut s'exprimer par la relation :

$$L_{pi} = L_{wi} - D - A - E + R - S + V$$

où :

- **L_{pi}** = niveau de pression sonore (référence $2 \cdot 10^{-5}$ Pa) au point de calcul pour la source "i".
- **L_{wi}** = niveau de puissance (référence 10^{-12} Watt), considéré pour la source d'indice "i".
- **D** = atténuation due à la distance entre la source et le point de calcul.
- **A** = atténuation due à l'absorption moléculaire de l'air.
- **E** = atténuation due à l'effet d'écran lorsqu'un ou plusieurs obstacles se situent entre la source et le point de calcul.
- **R** = effet de réflexion lorsque la source sonore considérée se trouve à proximité d'un bâtiment sur lequel se réfléchit les ondes sonores, ceci ayant pour conséquence d'augmenter le niveau sonore au point de réception.
- **S** = atténuation due à l'absorption du sol selon que celui-ci soit absorbant (type gazon) ou réfléchissant (bitume, béton, eau, ...).
- **V** = influence due à la direction et la force du vent.

Annexe 4

Méthodologie estimation qualitative météorologique

D'après la norme NFS 31-010, deux critères météorologiques (conditions de vent et température, appréciées sans mesure, par simple observation) sont associés à chaque point de mesure dont le codage figure ci-dessous :

Conditions de vent :

- U1 : Vent fort (3m/s à 5m/s) contraire au sens source-récepteur
- U2 : Vent moyen à faible (1m/s à 3m/s) contraire **ou** vent fort, peu contraire
- U3 : Vent nul ou vent quelconque de travers
- U4 : Vent moyen à faible portant **ou** vent fort peu portant ($\pm 45^\circ$)
- U5 : Vent fort portant

Température :

- T1 : Jour **et** fort ensoleillement **et** surface sèche **et** peu de vent
- T2 : Mêmes conditions que T1 mais au moins une **est** non vérifiée
- T3 : Lever de soleil **ou** coucher du soleil ou (temps couvert **et** venteux **et** surface pas trop humide)
- T4 : Nuit **et** (nuageux **ou** vent)
- T5 : Nuit **et** ciel dégagé **et** vent faible

Une fois le codage effectué en chaque point, une estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de la grille ci-dessous :

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

- : Etat météorologique conduisant à une atténuation très forte du niveau sonore
- : Etat météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore
- Z : Effets météorologiques nuls ou négligeables
- +
- ++ : Etat météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore

Annexe 5

Évolution temporelle et niveaux sonores au voisinage

Les résultats des mesures font l'objet des ci-après, elles contiennent :

- Une courbe représentative de l'évolution temporelle des niveaux sonores mesurés, avec :
 - En abscisse : le temps d'évolution
 - En ordonnée : le niveau de pression en dB(A)
 - L'affichage des marqueurs utilisés pour définir les différents intervalles de mesurage
- Une courbe représentative de l'évolution temporelle des conditions météorologiques, avec :
 - En abscisse : le temps d'évolution
 - En ordonnée : les précipitations, la force du vent, la température et l'humidité
- Un tableau présentant l'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques en chaque point de mesure, heure par heure
- Un tableau présentant les indicateurs mesurés durant les différents intervalles de mesurage
- Des diagrammes représentatifs de l'analyse spectrale par bandes de tiers d'octave des niveaux sonores mesurés durant les principaux intervalles de mesurage
Ces diagrammes permettent en particulier de détecter d'éventuelles tonalités marquées, avec :
 - En abscisse : la fréquence en tiers d'octave
 - En ordonnée : le niveau de pression linéaire par bande de fréquence et en global pondéré A
- Un tableau présentant les niveaux sonores mesurés par bande de tiers d'octave durant les différents intervalles de mesurage.

Point 1

Dates : 06/05/2025 11:10 - 07/05/2025 10:16

Appareil utilisé : CR2

EVOLUTION TEMPELLE :

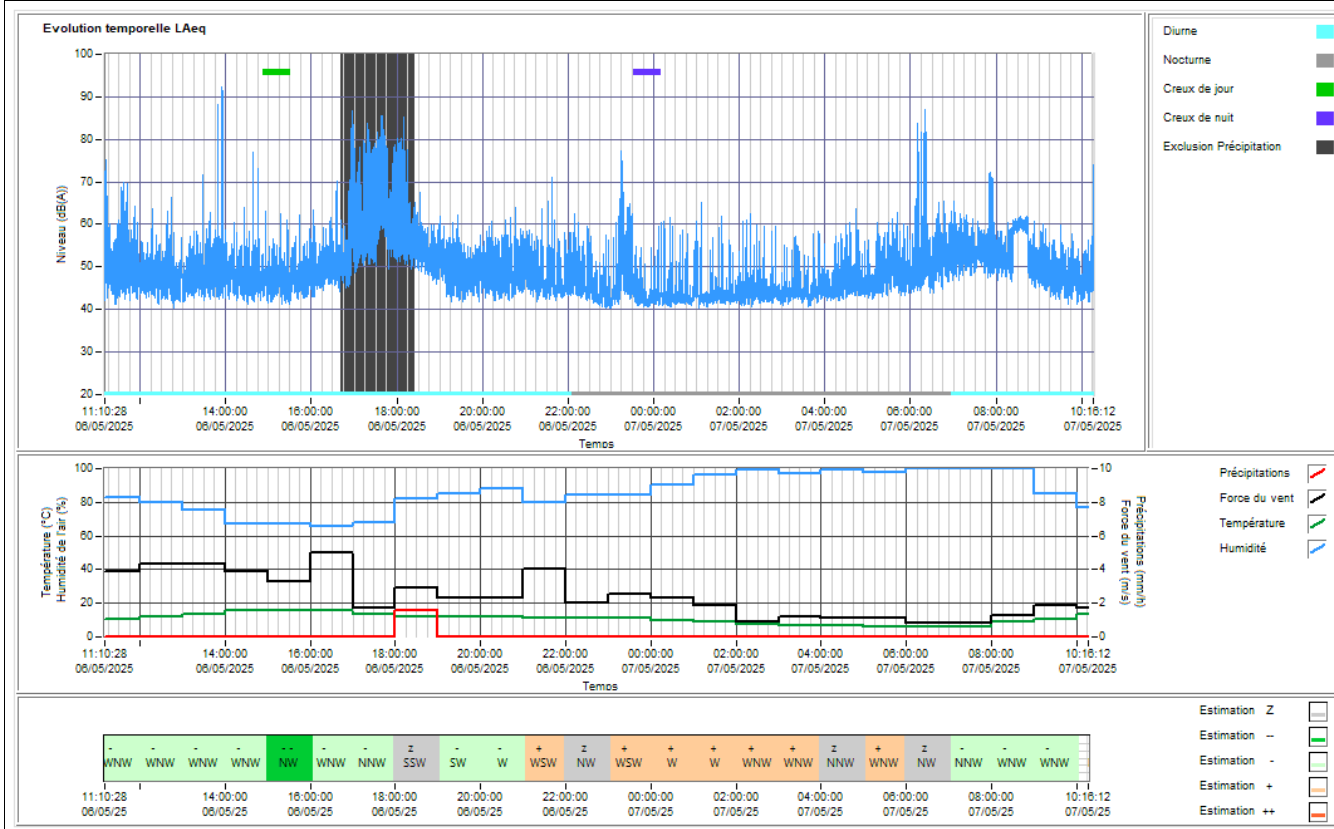
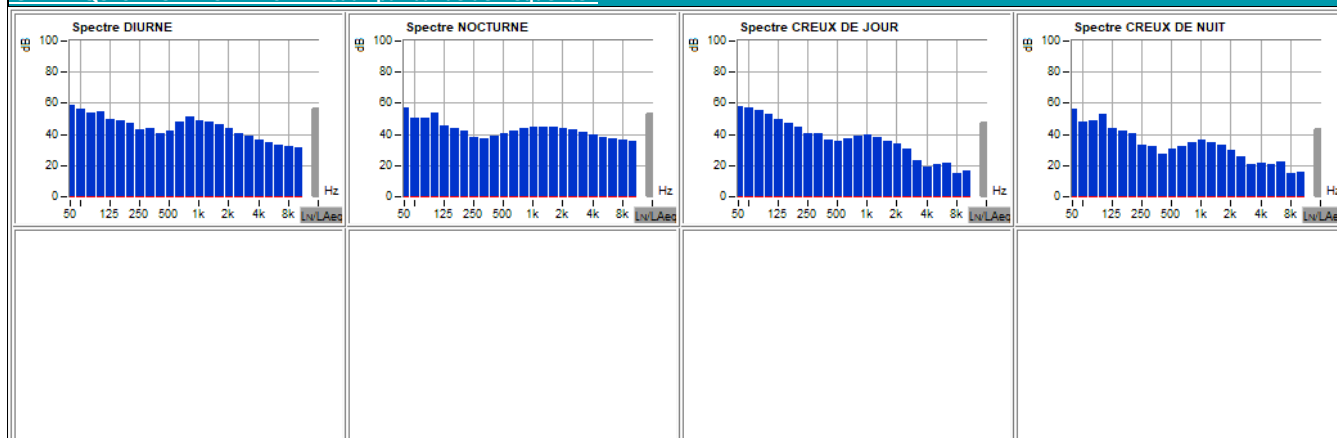


TABLEAU RECAPITULATIF - Niveaux de bruit en dB(A) :

NOM	Début	Fin	Durée	LAeq	L50	L90	L10				
DIURNE	06/05/2025 11:10:28	07/05/2025 10:16:12	12:24:45	56,7	48,5	44,3	54,8				
NOCTURNE	06/05/2025 22:00:00	07/05/2025 06:59:59	09:00:00	54,0	44,5	42,1	51,5				
CREUX DE JOUR	06/05/2025 14:56:01	06/05/2025 15:26:00	00:30:00	47,5	46,2	43,4	50,1				
CREUX DE NUIT	06/05/2025 23:34:59	07/05/2025 00:04:58	00:30:00	43,6	42,5	41,6	45,2				

GRAPHIQUES RECAPITULATIFS - Niveaux par bande de fréquence :



Point 2

Dates : 06/05/2025 11:21 - 07/05/2025 10:10

Appareil utilisé : CR1

EVOLUTION TEMPELLE :

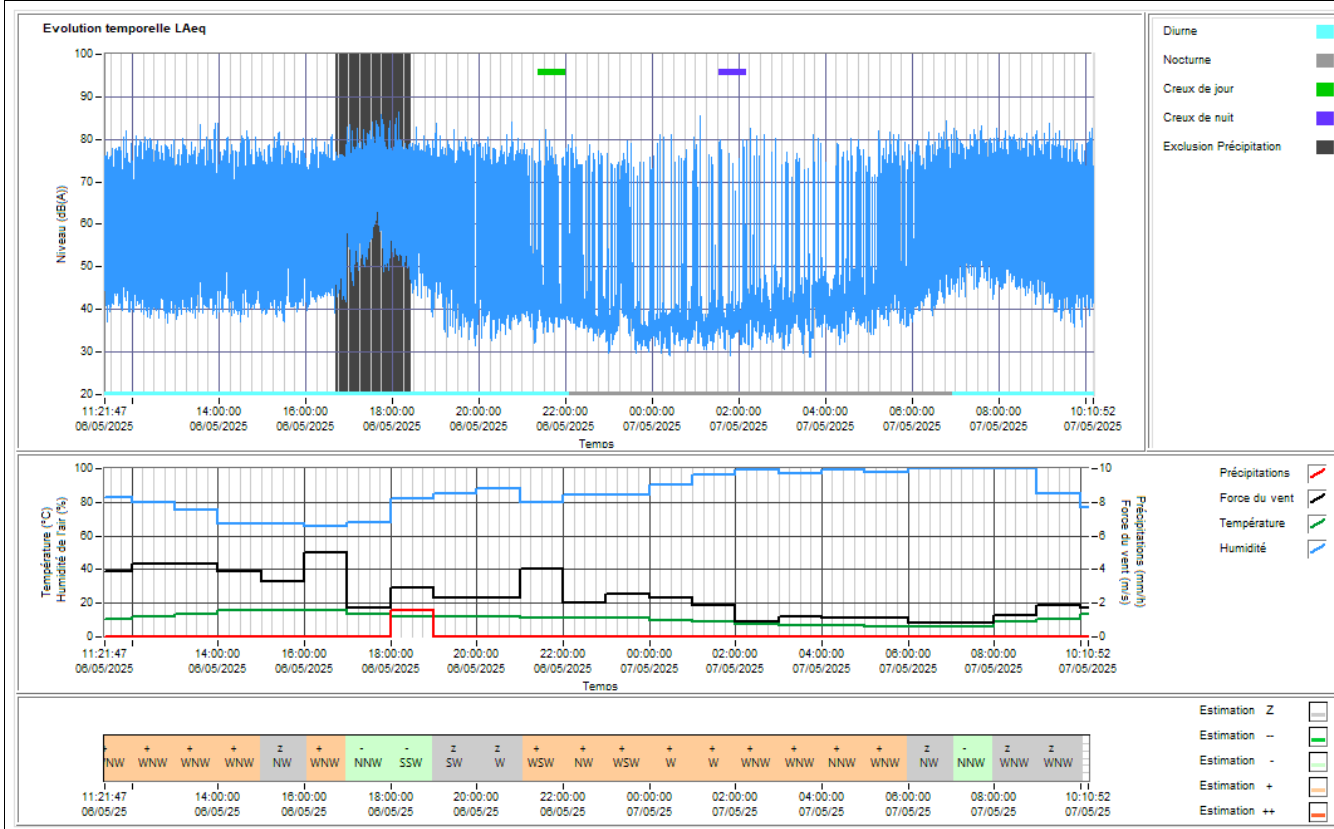
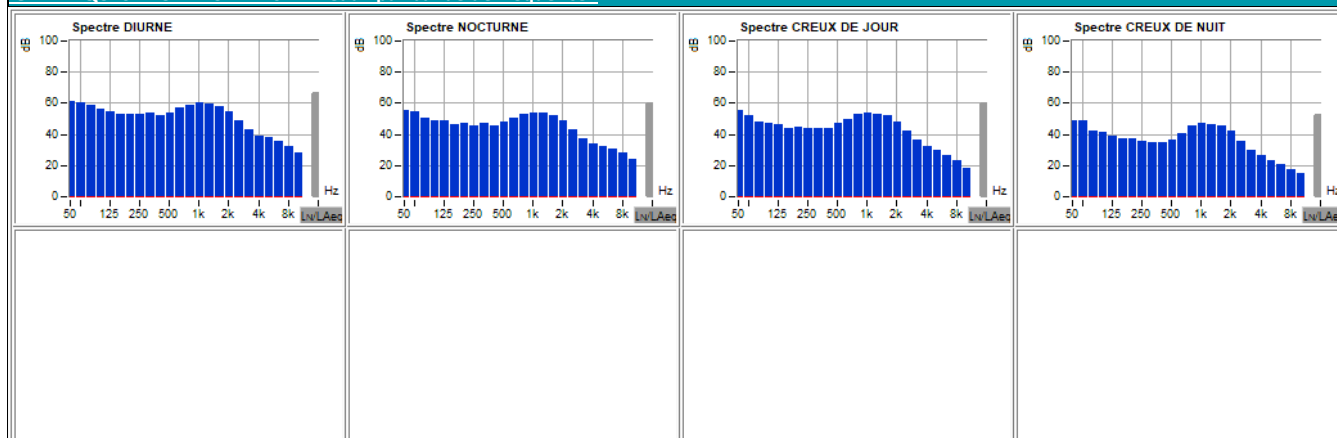


TABLEAU RECAPITULATIF - Niveaux de bruit en dB(A) :

NOM	Début	Fin	Durée	LAeq	L50	L90	L10				
DIURNE	06/05/2025 11:21:47	07/05/2025 10:10:52	12:08:06	66,7	50,8	40,6	72,1				
NOCTURNE	06/05/2025 22:00:00	07/05/2025 06:59:59	09:00:00	60,4	39,8	34,2	53,4				
CREUX DE JOUR	06/05/2025 21:25:00	06/05/2025 21:54:59	00:30:00	60,3	40,2	37,1	53,2				
CREUX DE NUIT	07/05/2025 01:35:25	07/05/2025 02:05:24	00:30:00	53,2	36,9	33,5	41,3				

GRAPHIQUES RECAPITULATIFS - Niveaux par bande de fréquence :



Point 3

Dates : 06/05/2025 11:32 - 07/05/2025 10:22

Appareil utilisé : CR3

EVOLUTION TEMPELLE :

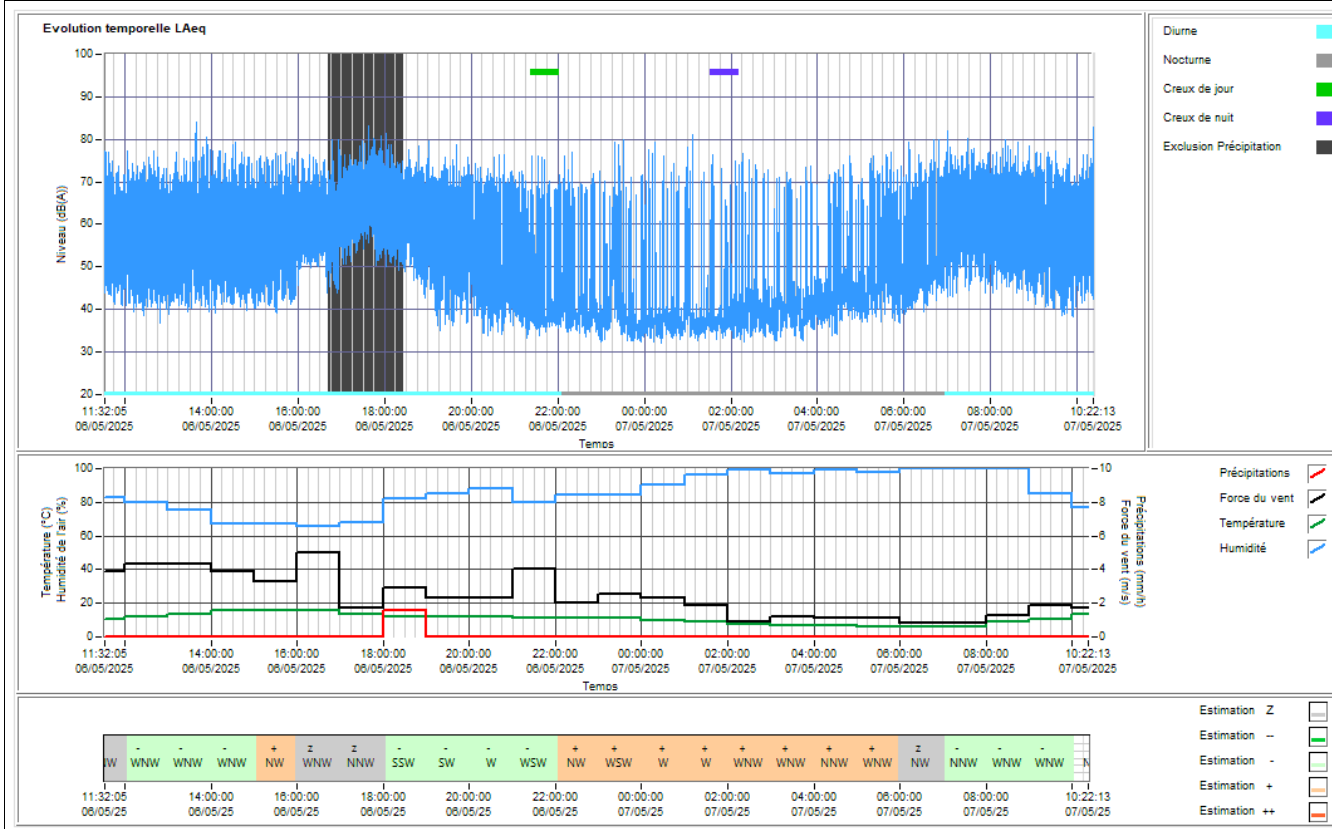


TABLEAU RECAPITULATIF - Niveaux de bruit en dB(A) :

NOM	Début	Fin	Durée	LAeq	L50	L90	L10				
DIURNE	06/05/2025 11:32:05	07/05/2025 10:22:13	12:09:09	62,7	53,8	42,3	67,3				
NOCTURNE	06/05/2025 22:00:00	07/05/2025 06:59:59	09:00:00	56,7	40,5	35,0	55,4				
CREUX DE JOUR	06/05/2025 21:26:25	06/05/2025 21:56:24	00:30:00	56,0	38,9	36,4	55,5				
CREUX DE NUIT	07/05/2025 01:35:31	07/05/2025 02:05:30	00:30:00	48,9	37,3	34,8	43,2				

GRAPHIQUES RECAPITULATIFS - Niveaux par bande de fréquence :

