

COMPTE RENDU D'ETUDE ACOUSTIQUE

Poste de transformation électrique de Seuil (08)



Client : RTE – Poste de Seuil (08)

Référence SIM : 245G11

Commande N° : 4500452214/R0DI

DEPARTEMENT GENIE ACOUSTIQUE

LE CHARGE D'AFFAIRE :

Guillaume OBRIOT

12 juin 2012

INFORMATIONS GÉNÉRALES

MESURES PRECEDENTES :

Numéro de dossier	Objet	Date

REVISIONS DOSSIER ACTUEL :

Révision	Nature de révision	Date
0	Version initiale	12/06/2012

SUIVI :

	Rédacteur	Vérificateur
Nom	OBRIOT	SEJOURNE
Prénom	Guillaume	Christophe
Date	06/06/12	12/06/12

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
<i>Objet de l'étude.....</i>	<i>4</i>
<i>Contexte réglementaire.....</i>	<i>5</i>
<i>Réglementation.....</i>	<i>5</i>
<i>Définitions.....</i>	<i>6</i>
<i>Remarques sur la méthodologie.....</i>	<i>6</i>
1ERE PARTIE	7
1. GÉNÉRALITÉS SUR LES MESURES.....	8
2. CONDITIONS DE MESURAGE	9
2.1. Conditions météorologiques.....	9
2.2. Conditions de fonctionnement du site	9
3. POSITION DES POINTS DE MESURE	10
4. RÉSULTATS	11
4.1. Tableau de résultats au niveau des habitations	11
4.2. Tableau de résultats en limite de propriété.....	11
4.3. Commentaires	12
5. COMPARAISON DE LA SITUATION ACTUELLE AVEC LA RÉGLEMENTATION.....	13
5.1. Tableau comparatif.....	13
5.2. Commentaires	13
2EME PARTIE	14
1. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE & MÉTHODOLOGIE	15
1.1. Site actuel.....	15
1.2. Site futur.....	15
2. CARACTÉRISATION DES SOURCES SONORES	16
2.1. Etat initial	16
2.2. Etat futur	17
3. IMPLANTATION DU SITE	19
4. RÉSULTATS DES CALCULS	21
4.1. Etat initial - Validation du modèle.....	21
4.2. Etat futur – Impact prédictif des implantations.....	23
5. CARTES DE BRUIT	23
5.1. Etat initial	24
5.2. Etat futur – Ajout d'un Transformateur RTE et de deux transformateurs ERDF	26
6. CONCLUSION	28
ANNEXES	
ANNEXE 1 : Rappel mathématique sur les logarithmes et le décibel.....	30
ANNEXE 2 : Notions d'acoustique.....	31
ANNEXE 3 : Méthodologie estimation qualitative météorologique.....	34
ANNEXE 4 : Tableau estimation qualitative météorologique par point de mesure.....	35
ANNEXE 5 : Principes de détermination de la puissance acoustique des sources sonores.....	36
ANNEXE 6 : Calculs prévisionnels des niveaux sonores.....	39
ANNEXE 7 : Évolution temporelle et niveaux sonores pour les points en zone à émergence réglementée et limite de propriété.....	41

INTRODUCTION

OBJET DE L'ETUDE

A la demande de la société RTE représentée par Monsieur MULLIEZ, nous avons effectué la présente étude de bruit sur le poste de transformation de SEUIL (08).

Le poste est actuellement équipé de 2 transformateurs :

- TR 742 400/90kV de 150 MVA ODAF (RTE)
- ATR 431 90/63kV de 100 MVA ONAN (RTE)

Cette étude a pour but de prévoir l'impact sonore du site, au niveau des habitations voisines du poste, après installation des équipements suivants :

- 1 TR 400/90 kV 240 MVA ODAF (RTE)
- 2 TR 90/20kV 36 MVA ODAF (ERDF), sur un nouveau poste ERDF mitoyen du poste RTE.

Dans un premier temps, nous avons réalisé une campagne de mesures acoustiques, site en fonctionnement, afin de caractériser le bruit ambiant.

En raison de l'arrêt programmé du poste, le niveau de bruit résiduel a été caractérisé (mesures en point masqué non réalisées).

Ces valeurs permettront d'estimer la conformité actuelle du poste avec les critères définis par le décret du 26 janvier 2007.

Cette campagne de mesure nous a également permis de caractériser les puissances acoustiques des sources actuellement présentes sur le poste.

Enfin, sur la base des relevés in situ et des informations transmises par le client, nous avons réalisé une étude prédictive de l'impact sonore du poste après installation des nouveaux équipements, par simulation logiciel.

En cas de non-conformité, des prescriptions de traitement seront définies afin d'assurer la mise en conformité du poste après implantation des nouveaux équipements.

CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Le poste électrique implanté sur la commune de Seuil (08) est soumis à l'arrêté du 26 janvier 2007, qui définit les limites suivantes :

REGLEMENTATION

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

DEFINITIONS

Ci-dessous les définitions des termes inscrits dans l'arrêté.

Emergence :

La différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés A du bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'établissement) ; dans le cas d'un établissement faisant l'objet d'une modification autorisée, le bruit résiduel exclut le bruit généré par l'ensemble de l'établissement modifié ;

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 (définis précédemment). 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 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). A titre indicatif, on signalera que la réglementation en vigueur pour les Industries Classées Pour l'Environnement (arrêté du 23 janvier 1997), propose d'utiliser l'indice fractile L50 pour le calcul de l'émergence lorsque la différence LAeq-L50 est supérieure à 5 dB(A).

REMARQUES SUR LA METHODOLOGIE

D'après la réglementation les mesures doivent être menées à l'intérieur des habitations ; cela semble toutefois difficile à mettre en œuvre (mesures de longue durée à l'intérieur des habitations, isolation acoustique des façades inconnue, mesure du bruit résiduel délicates, ...).

Nous considérerons donc dans la suite de notre étude que les valeurs réglementaires sont à respecter à l'extérieur des habitations, sachant que le respect de la réglementation à l'extérieur impliquera, a priori, le respect à l'intérieur.

1ERE PARTIE

Mesures environnementales

1. GENERALITES SUR LES MESURES

Opérateur(s)	Guillaume OBRIOT
Dates d'intervention	Du 29 mai 2012 au 30 mai 2012
Matériel de mesure utilisé	Sonomètres Brüel&Kjær Type 2250 Light de classe 1 : BK2 n°2625713 BK4 n°2566855
Matériel de calibrage	Les chaînes d'acquisition ont été calibrées avec une source étalon de classe 1 délivrant 64 dB à 1000 Hz et de marque : 01dB Type Cal01 n°980059
Norme de mesurage	Les mesurages ont été effectués conformément à la norme NF S 31-010 relative à la caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement sans déroger à aucune de ses dispositions

2. CONDITIONS DE MESURAGE

2.1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

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.

Lors de la campagne de mesure, les conditions météo étaient les suivantes :

Date	Heure	Température (°C)	Humidité (%)	Vent		Précipitation (mm)
				Direction	Vitesse (km/h)	
29/05/2012	12:00	25,1	51	N	3,3	0
29/05/2012	13:00	24,4	51	N	4,3	0
29/05/2012	14:00	23	62	N	6,6	0
29/05/2012	15:00	24,3	52	NNW	8,3	0
29/05/2012	16:00	24,5	51	NNW	8,6	0
29/05/2012	17:00	25,4	42	WNW	8,1	0
29/05/2012	18:00	23,7	55	NW	7,6	0
29/05/2012	19:00	21,1	71	NNW	4,3	0
29/05/2012	20:00	16,6	85	N	5,5	0
29/05/2012	21:00	16	83	NW	4	0
29/05/2012	22:00	17	78	WNW	4,3	0
29/05/2012	23:00	15	84	NW	3,5	0
30/05/2012	00:00	14,6	86	NW	2,8	0
30/05/2012	01:00	13,5	90	NW	3,3	0
30/05/2012	02:00	15,1	88	WNW	6	0
30/05/2012	03:00	14,6	88	NW	4,8	0
30/05/2012	04:00	13,8	90	NW	4,3	0
30/05/2012	05:00	13,8	91	WNW	2,3	0
30/05/2012	06:00	16,2	85	NW	4,3	0
30/05/2012	07:00	17,7	80	NNW	6,6	0,2
30/05/2012	08:00	19,3	76	NNW	6,8	0
30/05/2012	09:00	20,6	69	NNW	6	0

Lors des mesures, les conditions météorologiques étaient conformes à la norme de mesurage en vigueur.

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 annexe 3.

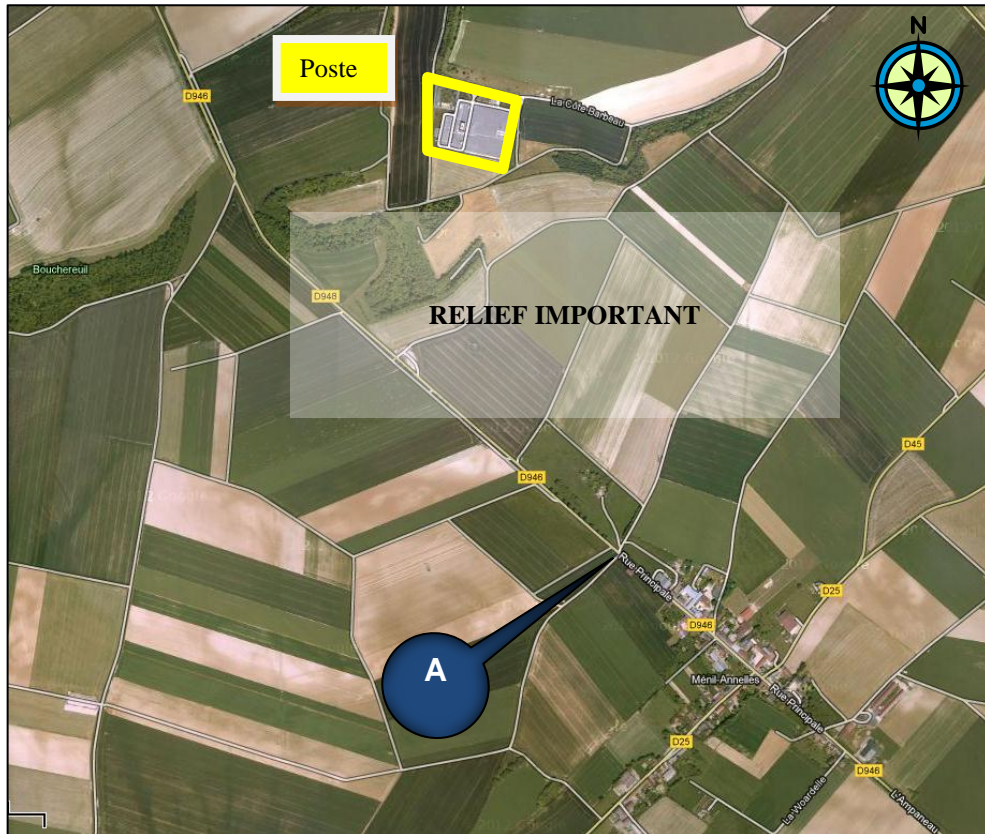
2.2. CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DU SITE


Lors de la campagne de mesure, le poste était dans des conditions d'utilisation normales. Un arrêt des installations a été effectué entre 14h00 et 16h30.

3. POSITION DES POINTS DE MESURE

La position des points de mesure est présentée ci-dessous.

Pour l'ensemble des points de mesure, le microphone était placé à 1,5 mètres du sol ou de tout obstacle (palissade, ...), à au moins 1m de toute surface réfléchissante et à au moins 2m des façades de bâtiment.



Point	Emplacement	Photo
A	Dans le jardin de l'habitation au n°42, rue Principale	

4. RESULTATS

Lors des mesures, l'arrêt du poste électrique sur la période de jour entre 14h00 et 16h30 nous permet de caractériser le bruit résiduel au point A en période diurne.

Les résultats des mesures font l'objet des planches jointes en **annexe 7** du présent rapport.

4.1. TABLEAU DE RESULTATS AU NIVEAU DES HABITATIONS

Ci-dessous le tableau récapitulatif des niveaux sonores obtenus au niveau des riverains, en périodes diurne et nocturne. Les valeurs présentées sont arrondies à 0,5 dB(A).

Ces niveaux sonores sont donnés pour les périodes réglementaires diurne (de 7h à 22h), nocturne (de 22h à 7h) ainsi que sur la période nocturne la plus calme (de 0h à 4h).

Point	Période	Bruit Ambiant		Bruit Résiduel	
		LAeq (dB(A))	L50 (dB(A))	LAeq (dB(A))	L50 (dB(A))
A	Diurne	55.0	51.5	55.0	51.5
	Nocturne complète (22h-7h)	49.5	29.5	*	*
	Nocturne calme (0h-4h)	43.0	21.5	*	*

* Le bruit ambiant est inférieur à 30 dB(A) et respecte donc la réglementation en vigueur.

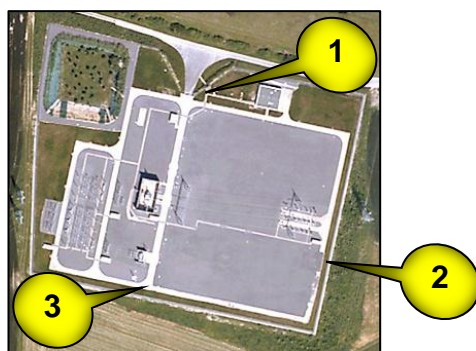
Lors des mesures, en **période diurne et nocturne**, le bruit du **site est inaudible** en Zone à Emergence Réglementée. Le bruit est uniquement conditionné par la circulation routière (D946), les activités agricoles à proximité et les bruits de la nature.

A titre informatif, les niveaux sonores relevés en limite de propriété du site sont présentés ci-après.

4.2. TABLEAU DE RESULTATS EN LIMITE DE PROPRIETE

Ci-dessous le tableau récapitulatif des niveaux sonores obtenus en limite de propriété du site, en période diurne. Les valeurs présentées sont arrondies à 0,5 dB(A).

Ces niveaux sonores sont donnés à titre informatif :



Point	Bruit Ambiant
	LAeq (dB(A))
1	36.0
2	34.5
3	41.0

4.3. COMMENTAIRES

En Zone à Emergence Réglementée (habitations les plus proches situées à Ménil-Annelles), la circulation routière de la D946 conditionne principalement les niveaux sonores au niveau des points de mesures.

De plus, la différence entre les indices acoustiques LAeq et L50 est supérieure à 5dB(A) en période de nuit.

Bien que non spécifié dans la réglementation en vigueur, nous nous inspirons de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement et considérons les indices fractiles L50 pour les calculs d'émergence afin de limiter l'influence de la circulation.

Il est important de noter que le site bénéficie d'un effet d'écran acoustique naturel en raison du relief prononcé.

De plus, les habitations les plus proches sont relativement éloignées du site (environ 1,3 km à vol d'oiseau).

5. COMPARAISON DE LA SITUATION ACTUELLE AVEC LA REGLEMENTATION

5.1. TABLEAU COMPARATIF

Le tableau ci-dessous présente les émergences sonores relevées et la comparaison de ces résultats avec la réglementation.

Points ZER	Période	Indice considéré	Niveau ambiant dB(A)	Niveau Résiduel dB(A)	Émergence admissible dB(A)	Émergence calculée dB(A)	Conformité
A	Diurne	<i>LAeq</i>	55.0	55.0	5	0	OUI
	Nocturne complète	<i>L50</i>	29.5	*	*	*	OUI*
	Nocturne calme	<i>L50</i>	21.5	*	*	*	OUI*

* Le bruit ambiant est inférieur à 30 dB(A) et respecte donc la réglementation en vigueur.

5.2. COMMENTAIRES

Lors des mesures réalisées, le site est **conforme** à la réglementation.

Le site est inaudible en tout point de mesure en période diurne et nocturne.

2EME PARTIE

Etude prédictive

1. PRESENTATION DE L'ETUDE & METHODOLOGIE

Le poste actuel comprend deux transformateurs **RTE** :

- TR 742 400/90kV de 150 MVA ODAF (RTE)
- ATR 431 90/63kV de 100 MVA ONAN (RTE)

L'étude a pour but de déterminer l'impact sonore du site sur le voisinage après l'ajout des équipements suivants :

- 1 TR 400/90 kV 240 MVA ODAF (RTE)
- 2 TR 90/20kV 36 MVA ODAF (ERDF), sur un nouveau poste ERDF mitoyen du poste RTE.

L'étude est effectuée en deux temps :

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

Suite à ces modélisations, en cas de non-conformité réglementaire, nous définirons un programme de traitement à mettre en œuvre afin d'atteindre ces objectifs. Ce programme de traitements sera ensuite modélisé afin d'être validé.

1.1. SITE ACTUEL

Un premier calcul est réalisé en l'état actuel afin de valider le modèle.

Cette modélisation prend en compte les éléments suivants :

- Les transformateurs suivants :
 - TR 742 400/90kV de 150 MVA (**RTE**) ;
 - ATR 431 90/63kV de 100 MVA (**RTE**) ;
- Les murs pare-son et pare-projectile présents sur le site. Leur implantation est présentée au §3 de cette 2^{ème} partie du rapport.
- Les bâtiments à l'intérieur du poste.
- Le type de sol.
- Les effets de relief.
- L'absorption atmosphérique.

1.2. SITE FUTUR

La modélisation reprend les éléments cités précédemment ainsi que les sources sonores suivantes :

- L'ajout du nouveau transformateur RTE suivant :
 - 1 TR 400/90 kV de 240MVA et 1 mur pare-feu de 5m de haut sur 4,75m de long.
- L'ajout des deux transformateurs ERDF suivants :
 - 2 TR 90/20kV de 36MVA et murs pare-feu de chaque côté latéral.

2. CARACTERISATION DES SOURCES SONORES

Nous donnerons dans ce paragraphe les valeurs de puissance sonore retenues pour chacune des sources considérées.

Ces valeurs proviennent des mesures faites sur les équipements du poste lors de la campagne de mesure de bruit, des données fournies par RTE et de notre expérience concernant ce type de matériel pour déterminer les allures spectrales.

2.1. ETAT INITIAL

Ci-dessous les valeurs de puissance sonore des différents équipements présents sur le site et considérés dans cette étude :

➤ Transformateur RTE : TR 742 – 400/90kV 150MVA ODAF

Le transformateur est composé des sources sonores suivantes :

- le groupe aéroréfrigérant composé de 6 ventilateurs ;
- la carcasse du transformateur qui rayonne.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des sources sonores modélisées dans la configuration de fonctionnement relevée lors des mesures (6 ventilateurs sur 6 en fonctionnement) :

Source	Niveau de puissance*									
	valeurs en dB(L) par octaves									global
	31	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dB(A)
TR742	96	97	99	105	93	82	73	65	59	99
Gr Aéro TR742	112	101	92	89	87	82	76	70	63	88

*Données issues uniquement des mesures in-situ.

➤ Autotransformateur RTE : ATR 431 - 90/63kV 100MVA ONAN

L'autotransformateur est composé des sources sonores suivantes :

- la carcasse du qui rayonne.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des sources sonores modélisées dans la configuration de fonctionnement relevée lors des mesures :

Source	Niveau de puissance*									
	valeurs en dB(L) par octaves									global
	31	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dB(A)
ATR 431	80	79	94	87	86	79	68	63	59	86

*Données issues uniquement des mesures in-situ.

2.2. ETAT FUTUR

La modélisation du site futur reprend les équipements présentés précédemment et intègre également les nouveaux équipements présentés ci-dessous qui seront installés sur le poste.

Nous ne modélisons que les éléments fournis par RTE, susceptibles d'être bruyants, détaillés dans le *CCTP applicables aux prestations d'études acoustiques Poste 400/90/63 kV de Seuil : Création d'un nœud de production*.

➤ Transformateur RTE : TR 741 - 400/90kV 240MVA ODAF

Son niveau de puissance est estimé sur la base des données transmises par RTE et de notre expérience concernant ce type de matériel afin d'en déterminer l'allure spectrale.

Il est composé des sources sonores suivantes :

- le groupe aéroréfrigérant du transformateur ;
- la carcasse du transformateur qui rayonne.

Données transmises

Niveau global de puissance de la partie active (donnée RTE) : **100 dB(A)**.

Niveau global de puissance de la partie réfrigération (donnée RTE) : **90 dB(A)**.

Données de référence utilisées pour l'étude

Source	Niveau de puissance									
	valeurs en dB(L) par octaves									global
	31	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dB(A)
TR741	88	99	107	109	94	85	78	72	70	100
Gr Aéro TR741	56	69	79	85	87	86	82	78	72	90

➤ Transformateur ERDF : TR 411 - 90/20kV 36MVA ODAF

Son niveau de puissance est estimé sur la base des données transmises par RTE et de notre expérience concernant ce type de matériel afin d'en déterminer l'allure spectrale.

Il est composé des sources sonores suivantes :

- le groupe aéroréfrigérant du transformateur ;
- la carcasse du transformateur qui rayonne.

Données transmises

Niveau global de puissance de la partie active (donnée RTE) : **86 dB(A)**.

Niveau global de puissance de la partie réfrigération (donnée RTE) : **85 dB(A)**.

Données de référence utilisées pour l'étude

Source	Niveau de puissance									
	valeurs en dB(L) par octaves									global
	31	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dB(A)
TR411	78	80	91	89	84	83	72	66	57	86
Gr Aéro TR411	95	101	89	80	80	79	78	73	67	85

➤ **Transformateur ERDF : TR 413 - 90/20kV 36MVA ODAF**

Son niveau de puissance est estimé sur la base des données transmises par RTE et de notre expérience concernant ce type de matériel afin d'en déterminer l'allure spectrale.

Il est composé des sources sonores suivantes :

- le groupe aéroréfrigérant du transformateur ;
- la carcasse du transformateur qui rayonne.

Données transmises

Niveau global de puissance de la partie active (donnée RTE) : **86 dB(A)**.

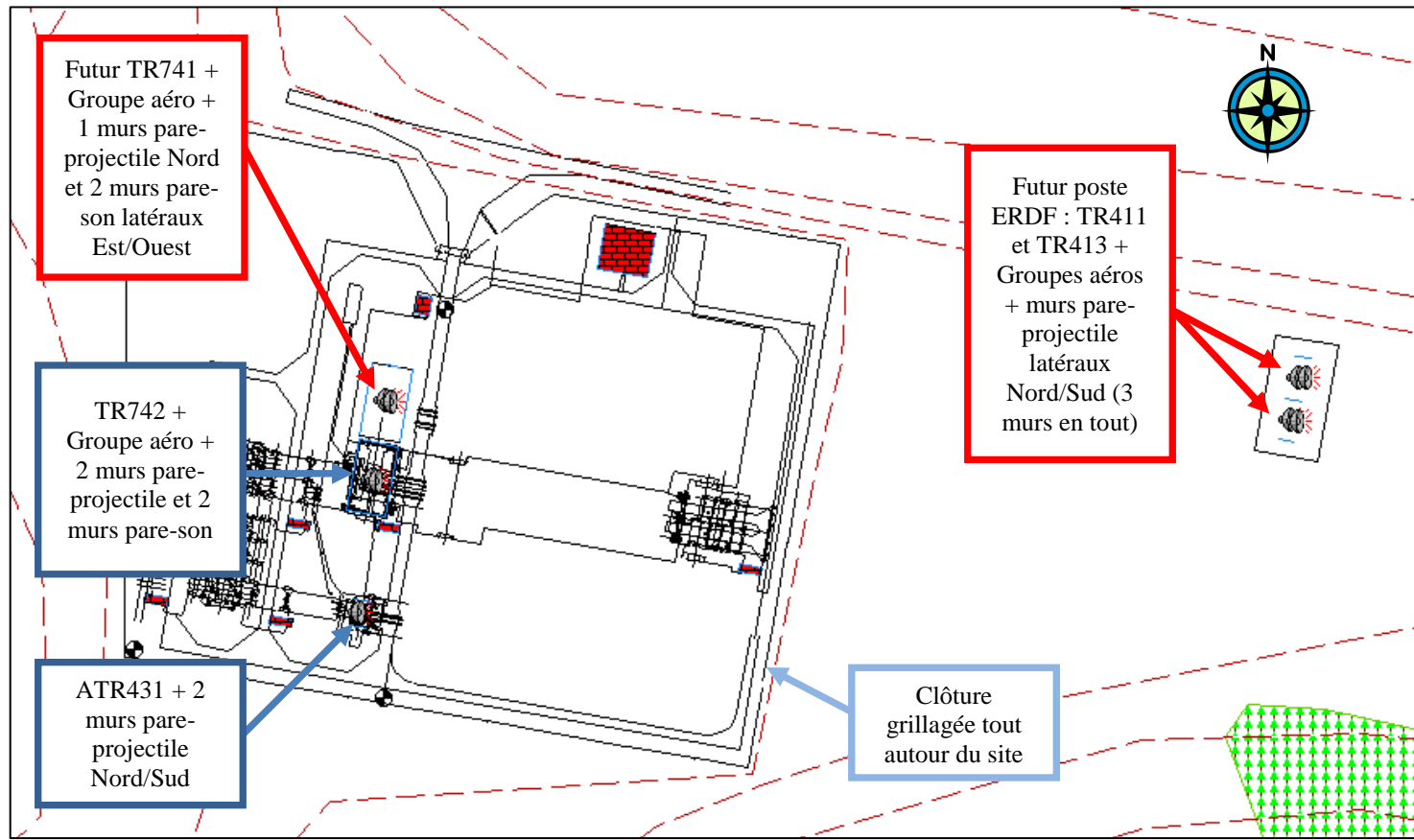
Niveau global de puissance de la partie réfrigération (donnée RTE) : **85 dB(A)**.

Données de référence utilisées pour l'étude







Source	Niveau de puissance									
	valeurs en dB(L) par octaves									global
	31	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dB(A)
TR411	78	80	91	89	84	83	72	66	57	86
Gr Aéro TR411	95	101	89	80	80	79	78	73	67	85

3. IMPLANTATION DU SITE

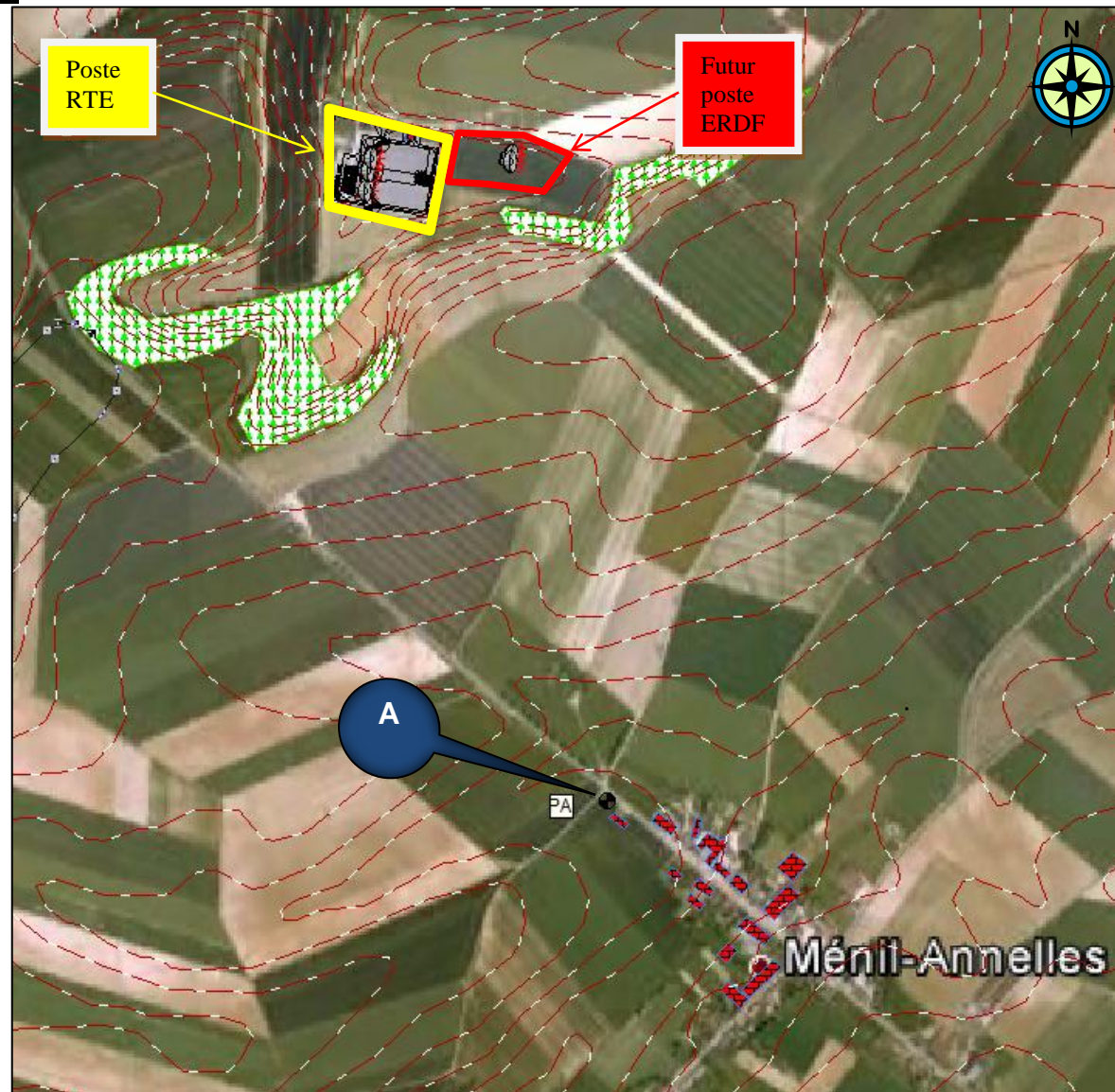
Vue du poste



Légende :

 : source ponctuelle
  : récepteur
  : bâtiment
  : courbe de niveau
  : Source surfacique
  : Mur / écran

Vue globale au voisinage :



4. RESULTATS DES CALCULS

Les résultats des calculs sont donnés pour la **période nocturne**, car celle-ci est la période réglementaire la plus contraignante. Le bruit émis par le poste étant identique 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.

Nous donnons dans les paragraphes suivants les résultats de nos calculs prédictifs compte tenu des sources sonores détaillées précédemment.

L'indicateur de niveau de bruit résiduel retenu pour l'étude est le L50 de la période nocturne complète (22h-7h) qui permet de limiter l'influence du trafic routier.

4.1. ETAT INITIAL - VALIDATION DU MODELE

Ci-dessous les résultats de calculs représentatifs du poste dans son état actuel, sur la période nocturne complète :

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

Zones à Emergence Réglementée		Calcul		Mesure	
Lieu	Bruit résiduel [dB(A)]	Impact poste seul [dB(A)]	Impact global [dB(A)]	Valeur mesurée [dB(A)]	Ecart [dB(A)]
Point A	29.5	9.0	29.5	29.5	0.0

Remarque :

La colonne (2) « Bruit résiduel » correspond à la valeur pour la période nocturne, période la plus contraignante,

La colonne (4) « Impact global » correspond à la somme logarithmique des colonnes (2) et (3),

La colonne (5) « Valeur mesurée » correspond aux mesures faites sur le site,

La colonne (6) « Ecart » correspond à l'écart entre les valeurs calculées par logiciel et les valeurs mesurées sur site,

- ⇒ **Conformément à la norme ISO 9613-2 en vigueur, la modélisation est validée (écarts < 3dBA).**
- ⇒ **Le site est actuellement conforme à la réglementation dans sa configuration de fonctionnement.**

Ces résultats sont obtenus par modélisation de l'implantation des transformateurs actuels avec murs pare-projectile et pare-son actuels (voir §3).

Nous avons également validé le modèle informatique à partir des relevés effectués en limite de propriété du site lors des mesures, en période diurne. L'impact du site au point A étant négligeable, nous présentons cette validation en limite de propriété du site dans le tableau ci-dessous à titre informatif.

Les valeurs mesurées tiennent compte du bruit du poste seul ainsi que du bruit résiduel alors que les valeurs calculées à partir du modèle informatique ne tiennent compte que du bruit du poste seul.

Les valeurs calculées sont donc a priori inférieures aux valeurs mesurées (écart négatif) :

Limite de propriété du site	Calcul	Mesure	
Lieu	Impact poste seul [dB(A)]	Valeur mesurée [dB(A)]	Ecart [dB(A)]
Point 1	34.0	36.0	-2
Point 2	33.0	34.5	-1.5
Point 3	39.0	41.0	-2

4.2. ETAT FUTUR – IMPACT PREDICTIF DES IMPLANTATIONS

Nous avons modélisé le poste dans son état futur, avec ajout du transformateur RTE et des deux transformateurs ERDF, avec leurs groupes aéroréfrigérants et les murs pare-projectile et pare-son (voir §3).

Ci-dessous le tableau récapitulatif des résultats de calcul du poste futur :

Lieu	Bruit résiduel [dB(A)]	Impact poste seul [dB(A)]	Impact global [dB(A)]	Conformité réglementaire
Point A	29.5	15.0	29.5	OUI*

* Le bruit ambiant est inférieur à 30 dB(A) et respecte donc la réglementation en vigueur.

Remarque :

*La colonne (2) « Bruit résiduel » correspond à la valeur pour la période nocturne,
La colonne (4) « Impact global » correspond à la somme logarithmique des colonnes (2) et (3),*

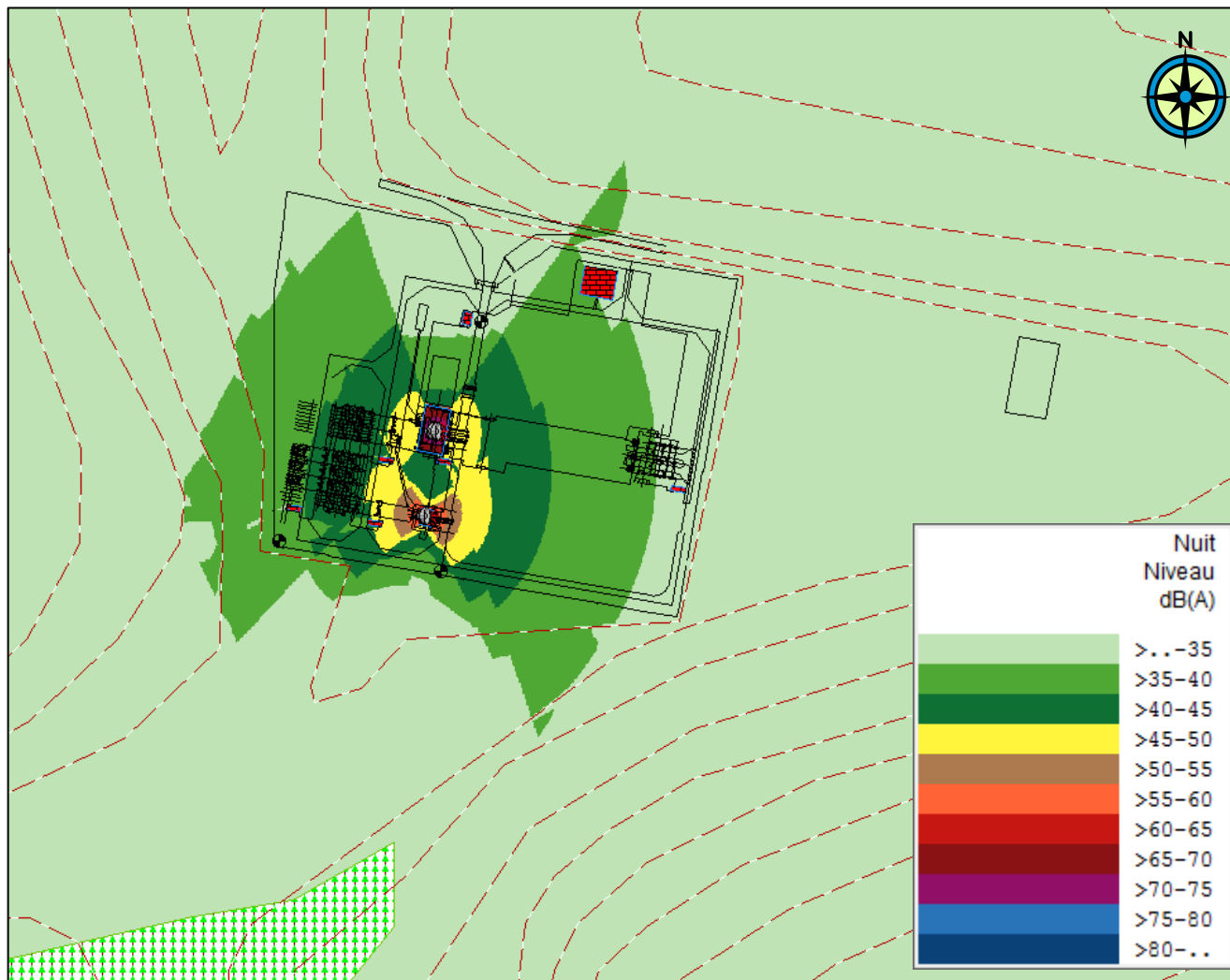
⇒ **Les résultats prédictifs de l'installation des trois nouveaux transformateurs présentent des niveaux sonores conformes à la réglementation en vigueur.**

5. CARTES DE BRUIT

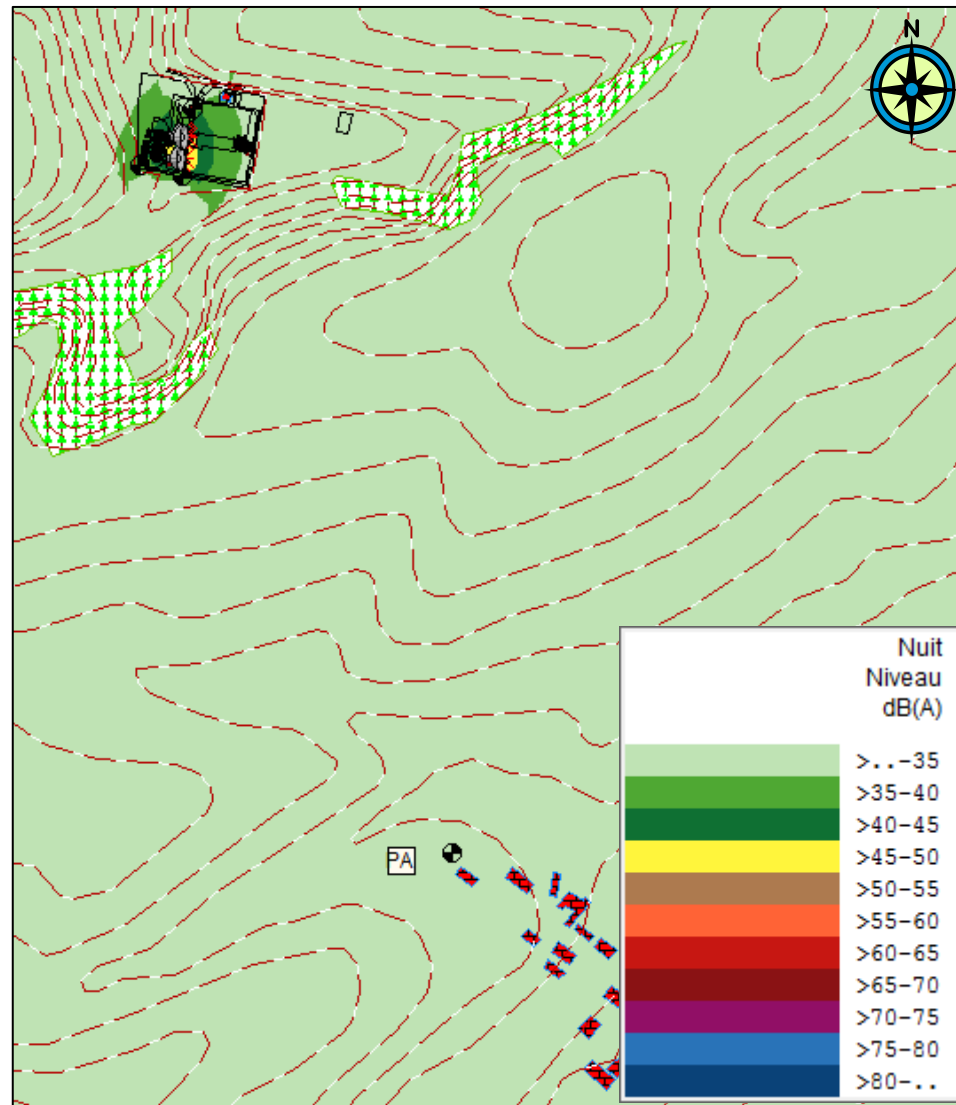
Nous donnons, ci-après, les cartes de bruit calculées.

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, identiques de jour comme de nuit d'après l'hypothèse de la stabilité des émissions des sources sonores sur ces deux périodes.

Vue du poste

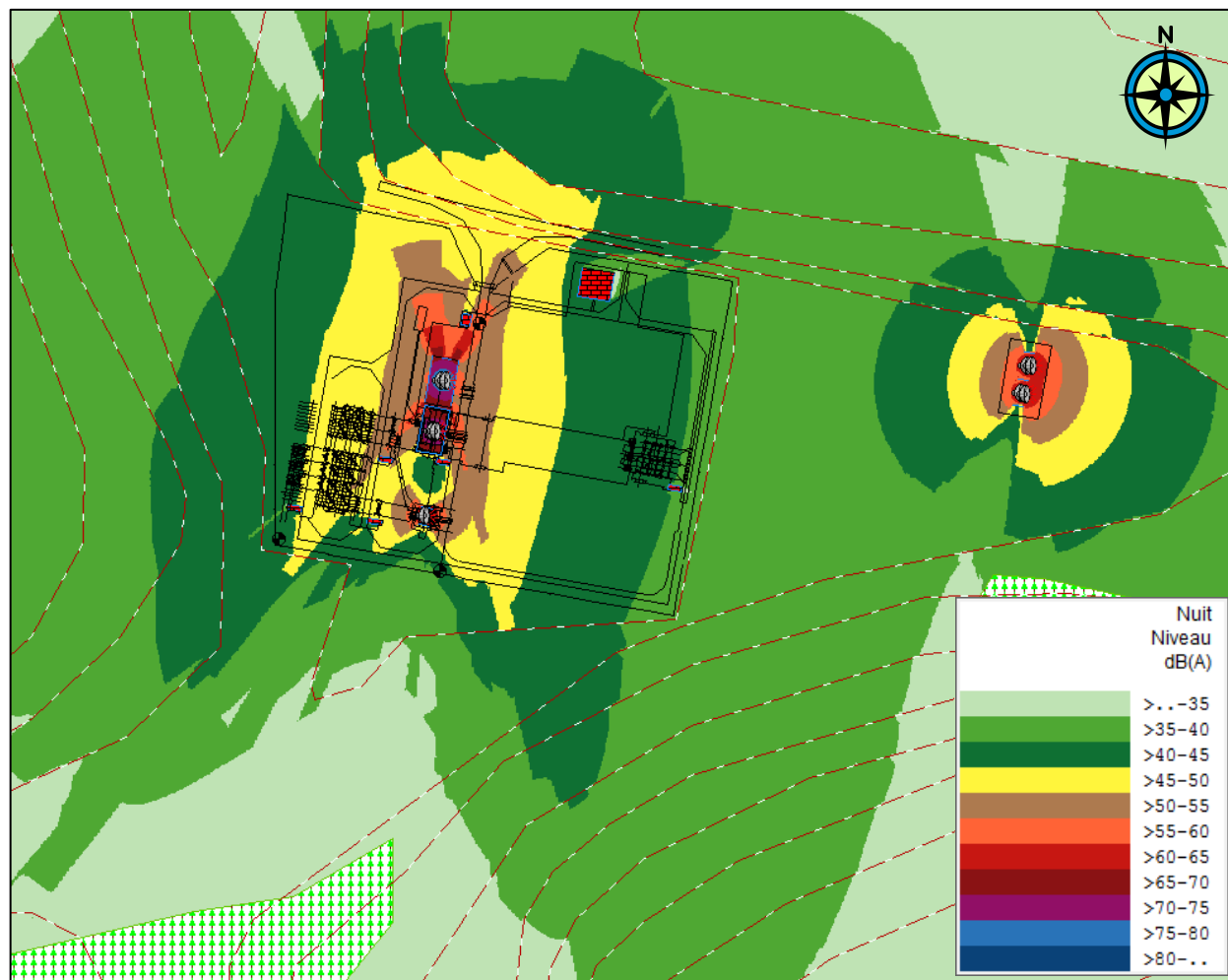


Vue du voisinage

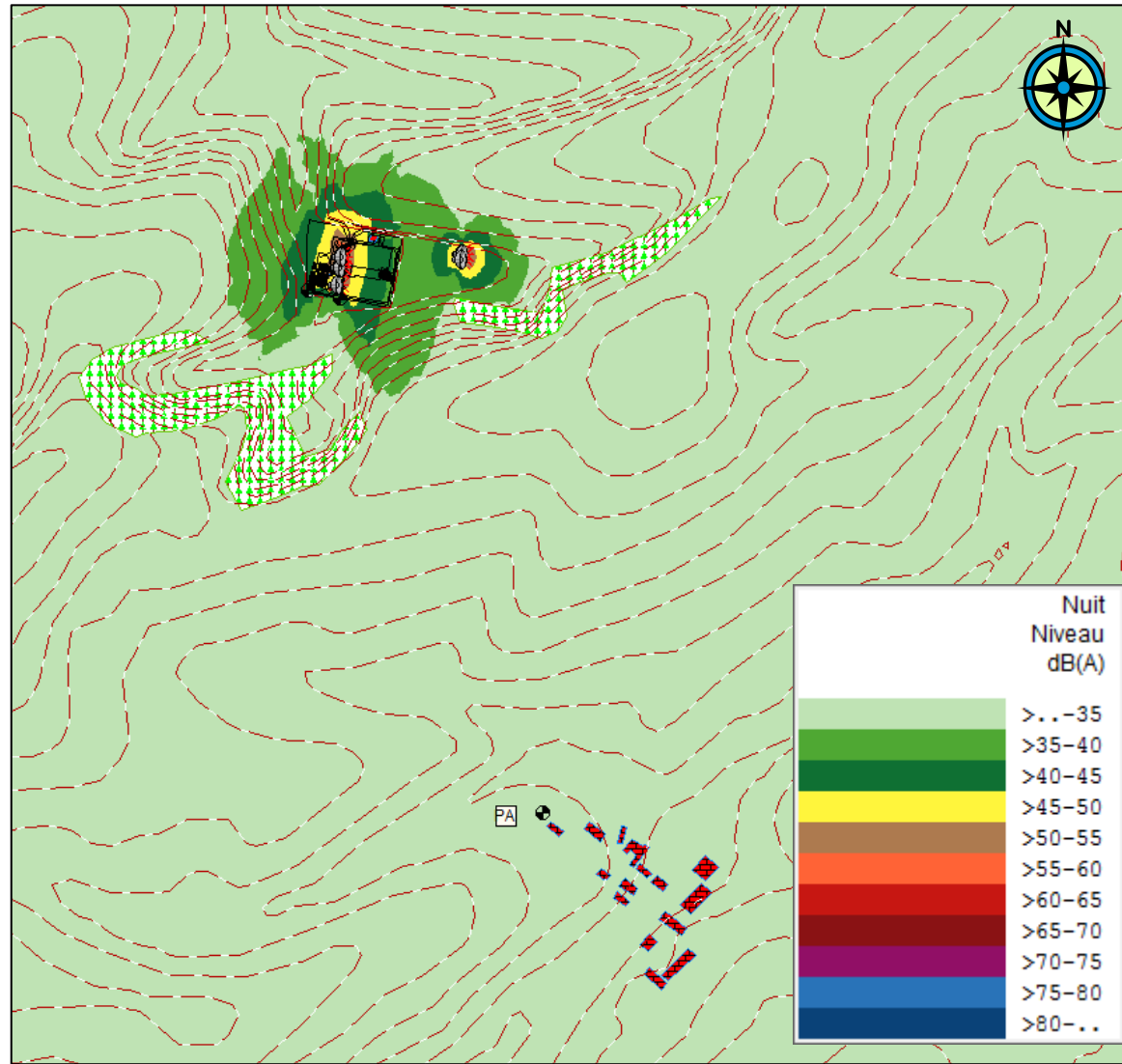


5.2. ETAT FUTUR – AJOUT D’UN TRANSFORMATEUR RTE ET DE DEUX TRANSFORMATEURS ERDF

Vue du poste



Vue du voisinage



6. CONCLUSION

La présente étude avait pour but de prédire les niveaux sonores qui seraient engendrés compte tenu de l'installation d'un nouveau transformateur RTE 400/90kV 240MVA ODAF et des deux nouveaux transformateurs ERDF 90/20kV 36MVA ODAF sur le poste électrique de Seuil.

Dans une première étape, nous avons mesuré le niveau sonore ambiant en zone à émergence réglementée qui correspond, dans le cas présent, aux habitations les plus proches du site. Nous avons noté que le poste actuel ne présente pas de dépassement de l'émergence limite fixée par la réglementation.

Dans une deuxième étape, nous avons modélisé les nouveaux équipements susceptibles d'être installés sur le poste.

Nos résultats de calculs prédictifs montrent que, sur la base des niveaux de puissance acoustique des nouveaux transformateurs et compte tenu des niveaux ambiants et résiduels relevés, les niveaux sonores seront **conformes** sur la période réglementaire nocturne et diurne au voisinage.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Rappel mathématique sur les logarithmes et le décibel

Échelle logarithmique : le décibel

La sensation auditive est due à une variation de pression autour de la pression moyenne, qui à l'air libre correspond à la pression atmosphérique.

La gamme de ces variations de pression que peut capter l'oreille humaine est très étendue : de 0,00002 Pascal (seuil d'audibilité) à 20 Pascal (seuil de douleur).

Par commodité, pour réduire l'étendue de cette échelle linéaire, il a été adopté une échelle logarithmique.

La définition générale du décibel est la suivante :

Valeur en décibel = $10 \times \log(G/G_0)$

où : G est la valeur linéaire, et G_0 une valeur de référence

Rappel sur les logarithmes :

Le logarithme utilisé pour le calcul de décibel est le logarithme en base 10.

La fonction inverse est la fonction puissance de 10. :

Si $Y = \log(X)$, alors $X = 10^Y$

Addition des décibels :

La définition du niveau de pression en décibel est : $L_p = 10 \times \log(P)$, avec $P = P^2/P_0^2$ où P_0 est la valeur de référence arbitraire.

On veut additionner 2 niveaux en dB : $L_{pT} = L_{p1} + L_{p2}$

$P_1 = 10^{(L_{p1}/10)}$

$P_2 = 10^{(L_{p2}/10)}$

$P_T = 10^{(L_{p1}/10)} + 10^{(L_{p2}/10)}$

$L_{pT} = 10 \times \log(10^{(L_{p1}/10)} + 10^{(L_{p2}/10)})$

Remarque : si $L_{p1} = L_{p2}$ alors

$L_{pT} = 10 \times \log(10^{(L_{p1}/10)} + 10^{(L_{p1}/10)})$

$L_{pT} = 10 \times \log(2 \times 10^{(L_{p1}/10)})$

$L_{pT} = 10 \times \log(10^{(L_{p1}/10)} + 10 \times \log(2))$

$L_{pT} = L_{p1} + 3$

Rappel : $\log(a \times b) = \log(a) + \log(b)$

Sur le même principe, on peut ajouter plusieurs niveaux logarithmiques, ou faire des soustractions.

ANNEXE 2 : 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 : $L_{Aeq,T}$

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 :

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

$L_{Aeq,T}$: est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t_1 et se termine à t_2 ;

P_0 : est la pression acoustique de référence 20 μ Pa ;

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

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

$L_{Aeq,\tau}$

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 L_{Aeq} 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 :

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

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

T : est le temps d'intégration choisi pour la détermination des L_{Aeq} courts,

N: est le nombre total de valeurs de L_{Aeq} courts décrivant la contribution énergétique du bruit particulier considéré,

$L_{Aeq,\tau}$: est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A « court ».

Niveau acoustique fractile : $L_{AN,\tau}$

Par analyse statistique de L_{Aeq} 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 $L_{AN,\tau}$, par exemple $L_{90,1s}$ 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 :

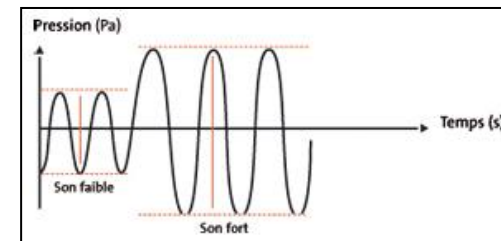
La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveaux entre la bande de 1/3 d'octave et les quatre bandes de 1/3 d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement supérieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse 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 micro pascals (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 comprimer 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)

$20 \text{ dB} + 50 \text{ dB} \neq 70 \text{ dB}$

$20 \text{ dB} + 50 \text{ dB} = 50 \text{ dB}$

Le bruit le plus fort masque le plus faible.

➤ Pour des bruits de niveaux équivalents (≤ 10 dB)

50 dB + 50 dB \neq 100 dB

50 dB + 50 dB = 53 dB

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 105 dB. Certaines sources (avions, fusées, canons) émettent des niveaux supérieurs à 130 dB et pouvant aller jusqu'à 200 dB.

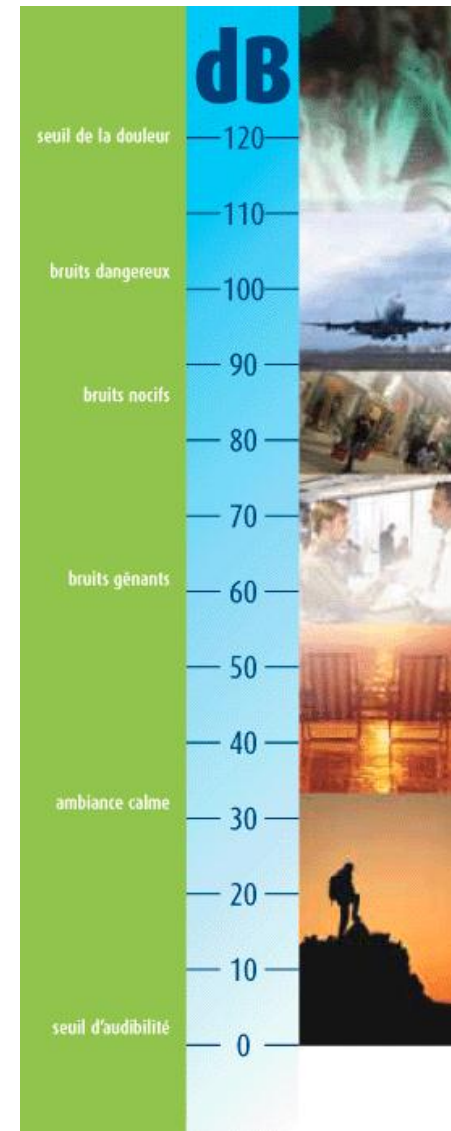
Le graphique ci-contre présente en image une échelle de bruit.

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



ANNEXE 3 : 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 (3m/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 **et** 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 faible du niveau sonore ;
- ++** : Etat météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore ;

ANNEXE 4 : Tableau estimation qualitative météorologique par point de mesure

Date	Heure	Point A		Point R	
		Repères	Estimation qualitative	Repères	Estimation qualitative
29/05/2012	12:00	U3	T2	-	-
29/05/2012	13:00	U4	T1	-	-
29/05/2012	14:00	U4	T1	-	-
29/05/2012	15:00	U4	T1	-	-
29/05/2012	16:00	U4	T1	-	-
29/05/2012	17:00	U3	T1	-	-
29/05/2012	18:00	U3	T1	-	-
29/05/2012	19:00	U4	T1	-	-
29/05/2012	20:00	U4	T2	Z	Z
29/05/2012	21:00	U3	T2	-	-
29/05/2012	22:00	U3	T2	-	-
29/05/2012	23:00	U3	T2	-	-
30/05/2012	0:00	U3	T2	-	-
30/05/2012	1:00	U3	T2	-	-
30/05/2012	2:00	U3	T2	-	-
30/05/2012	3:00	U3	T2	-	-
30/05/2012	4:00	U3	T2	-	-
30/05/2012	5:00	U3	T2	-	-
30/05/2012	6:00	U3	T2	-	-
30/05/2012	7:00	U4	T2	Z	Z
30/05/2012	8:00	U4	T2	Z	Z
30/05/2012	9:00	U4	T1	-	-

ANNEXE 5 : Principes de détermination de la puissance acoustique des sources sonores

Lors de notre intervention sur site, nous avons effectué des mesures à proximité de tous les équipements bruyants qui seront pris en compte comme autant de sources sonores dans la modélisation du site.

Nous donnons, ci-après, quelques explications sur le calcul des niveaux de puissance à partir des niveaux de pression sonore, sachant que l'instrumentation acoustique utilisée permet de mesurer des niveaux de pression sonore et que la donnée d'entrée du logiciel de calcul s'entend sous forme de niveau de puissance.

La puissance acoustique émise par un équipement, ou une composante d'équipement, est calculée par la relation :

$$L_W = L_{P(d)} + 10 \log S_{(d)}$$

où :

L_W est le niveau de puissance sonore en décibel,

$L_{P(d)}$ est le niveau de pression sonore moyen en décibel mesuré à la distance d de la source,

$S_{(d)}$ est la surface fictive, en m^2 , entourant la source sonore à la distance d .

De manière générale, et pour autant que les conditions rencontrées sur le site le permettaient, la détermination de la puissance sonore des équipements repérés bruyants a été effectuée selon les considérations des normes suivantes :

⇒ **NF EN 150 3746** : « détermination des niveaux de puissance 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 ».

⇒ **ISO 5136** : « détermination de la puissance acoustique rayonnée dans un conduit par des ventilateurs ».

En ce qui concerne le rayonnement des parois extérieures des bâtiments, la puissance acoustique a été déterminée à partir de la pression sonore moyenne à l'intérieur du bâtiment à laquelle on soustrait l'efficacité des différents éléments constituant la paroi (bardage simple peau ou double peau, vitrages, translucides, portes, ouvertures, ...). Les valeurs d'isolement sont, soit mesurées sur site, soit issues de notre base de données.

Dans le cas de cloisons complexes, c'est à dire constituées de plusieurs éléments constructifs, l'isolement moyenne a été calculée à partir de la relation suivante :

$$R = 10 \log \frac{\sum S_i 10^{0.1R_i}}{\sum S_i}$$

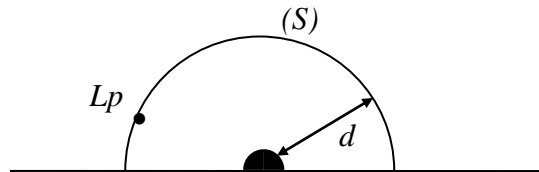
où :

R : indice d'isolement de la paroi complexe,

R_i : indice d'isolement d'un élément de paroi de surface S_i .

Nous détaillons ci-après différentes applications pour le calcul de la puissance acoustique émise par un équipement :

APPLICATION 1 : source sonore au sol en champ lointain



La source sonore a un rayonnement hémisphérique, la surface de rayonnement est alors égale à : $S = 2\pi r^2$, où r est le rayon de la demi-sphère.

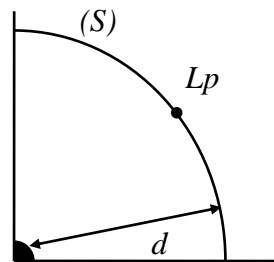
Dans ce cas, le niveau de puissance sera :

$$L_w = L_p + 10 \log S$$

$$L_w = L_p + 10 \log r^2 + 10 \log (2\pi)$$

$$L_w = L_p + 20 \log r + 8$$

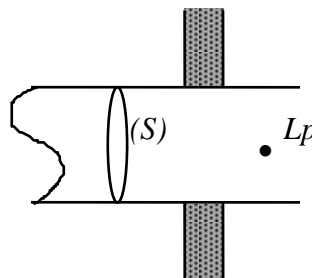
APPLICATION 2 : source sonore en façade et en champ lointain



Dans ce cas la surface S correspond à $\frac{1}{4}$ de sphère de rayon r , soit : $S = \pi r^2$.
Le niveau de puissance est alors :

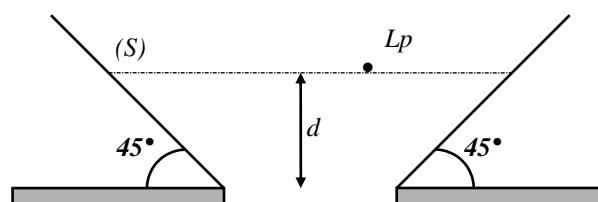
$$L_w = L_p + 20 \log r + 5$$

APPLICATION 3 : mesure dans une gaine ou une ouverture



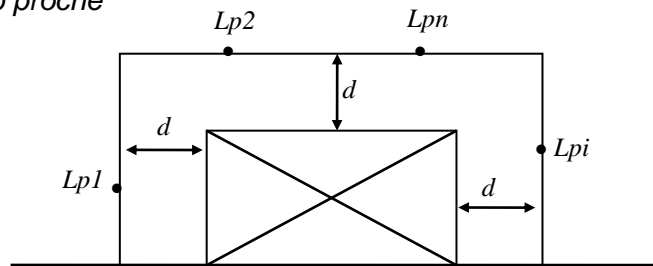
Si le niveau de pression sonore L_p est mesuré dans une gaine ou au droit d'une ouverture, la surface S à prendre en considération est la section de la gaine ou celle de l'ouverture (par exemple : porte)

APPLICATION 4 : gaine ou ouverture en champ proche



Lorsque la distance du point de mesure d est inférieure ou égale à la plus grande des dimensions de l'ouverture ou de la gaine, il faut considérer la surface S comme étant la surface de l'ouverture s'agrandissant à 45° .

APPLICATION 5 : *source en champ proche*



Le calcul de la puissance sonore de ce type de source fait l'objet de la norme NF S 31-207 (ou ISO 3746).

On délimite un contour fictif parallélépipédique à une distance d de l'équipement, la distance d étant égale généralement à 1 m (elle ne doit pas être inférieure à 0,25 m). La surface S à prendre en compte sera donc cette surface fictive.

Le niveau de pression L_{pm} sera la moyenne logarithmique des différents niveaux de pression sonore mesurés sur la surface fictive, selon la formule :

$$L_{pm} = 10 \log \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1L_{pi}}$$

ANNEXE 6 : Calculs prévisionnels des niveaux sonores

L'étude a été réalisée à l'aide du logiciel "IMMI", dédié à la prédiction sonore et à la cartographie du bruit des sites industriels. 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".

NOTA :

IMMI est un logiciel développé par la société Wölfel.

IAC SIM Engineering utilise la version IMMI Premium 2009.

IAC 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 2.10⁻⁵ 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".

Chaque source sonore est considérée ponctuelle et émet, pour chaque bande d'octave de 31,5 Hz à 8000 Hz, un bruit qui se propage de façon omnidirectionnelle.

⇒ **D** = atténuation due à la distance entre la source et le point de calcul.

Le programme informatique calcul la distance "d" entre la source et le point de réception à partir des coordonnées du point d'émission (X_e, Y_e, Z_e) et du point de réception (X_r, Y_r, Z_r) selon la formule :

$$d = \sqrt{(X_r - X_e)^2 + (Y_r - Y_e)^2 + (Z_r - Z_e)^2}$$

Dans le cas où la distance d peut être considérée grande devant la plus grande dimension de la source sonore, il vient alors :

$$D = 20 \log d + 8$$

⇒ **A = atténuation due à l'absorption moléculaire de l'air.**

L'atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre est égale à l'absorption moléculaire qui dépend principalement du taux d'humidité et de la température de l'air.

Les valeurs intégrées dans le programme informatique sont issues de la norme ISO 9613.

⇒ **E = atténuation due à l'effet d'écran** lorsqu'un ou plusieurs obstacle se situent entre la source et le point de calcul.

Le programme repère les écrans cylindriques et rectangulaires.

Les calculs sont effectués en considérant la plus faible déviation de l'onde sonore par rapport aux axes horizontaux (plan XOY) et par rapport au plan vertical.

⇒ **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.

Pour qu'un obstacle soit considéré comme réflecteur, il ne faut pas qu'il se situe sur la droite fictive reliant la source sonore et le point de calcul.

Pour chaque écran considéré, le taux de réflexion est pris égal à 1.

Le programme calcule une seule réflexion par obstacle repéré.

⇒ **S = atténuation due à l'absorption du sol** selon que celui-ci soit absorbant (type gazon) ou réfléchissant (bitume, béton, eau, ...).

Une atténuation complémentaire est appliquée en fonction du type de sol situé entre la source et le point de calcul.

Cet effet acoustique du sol dépend essentiellement de la distance " d " entre la source et le point de calcul, ainsi que de la fréquence.

Le programme informatique intègre au choix 5 types de sol : $K_{sol} = 0$ pour un sol réfléchissant à $K_{sol} = 1$ pour un sol absorbant.

⇒ **V = influence due à la direction et la force du vent.**

Enfin, l'influence de l'ensemble des sources sonores considérées, en tout point de calcul, sera la somme des niveaux de pression sonore calculés pour chaque source prise séparément :

$$L_p(X_r, Y_r) = 10 \log \sum_{i=1}^N 10^{0.1 L_{p_i}}$$

où :

$L_p(X_r, Y_r)$ = niveau de pression sonore calculé pour l'ensemble des N sources sonores en un point de coordonnées (X_r, Y_r) .

L_{p_i} = niveau de pression sonore calculé pour la source d'indice " i " en un point repéré (X_r, Y_r) .

ANNEXE 7 : Évolution temporelle et niveaux sonores pour les points en zone à émergence réglementée et en limite de propriété

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

- Un diagramme représentatif de évolution temporelle des niveaux sonores mesurés, avec :
 - En abscisse : le temps d'évolution,
 - En ordonnée : le niveau de pression en dB(A).

- un diagramme représentatif de l'analyse spectrale par bandes de tiers d'octave des niveaux sonores mesurés, permettant de détecter d'éventuelles tonalités marquées, avec :
 - En abscisse : la fréquence en tiers d'octave,
 - En ordonnée : le niveau de pression en dB(A).

En partie inférieure de chaque planche un tableau indiquant :

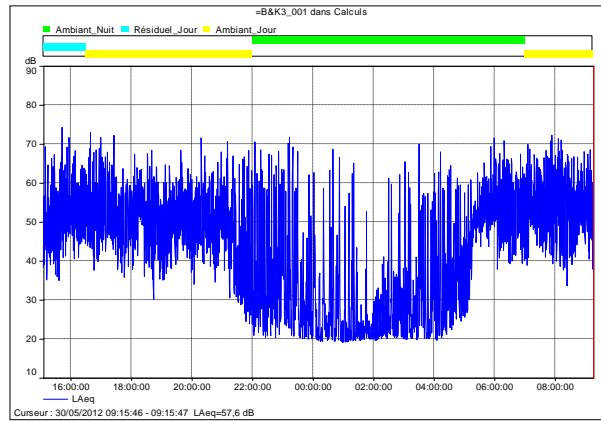
Le niveau sonore équivalent pondéré A (**LAeq,T**) correspondant à la moyenne énergétique du niveau sonore ambiant relevé durant un temps d'intégration T spécifié.

Le niveau sonore fractile **L50** correspondant au niveau sonore dépassé pendant respectivement 50% du temps de mesurage.

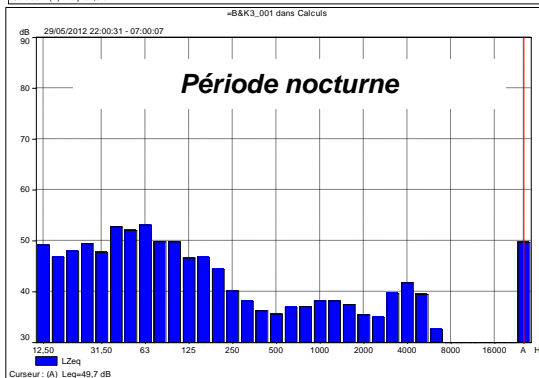
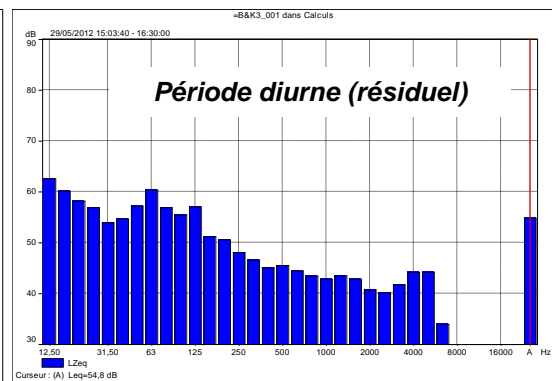
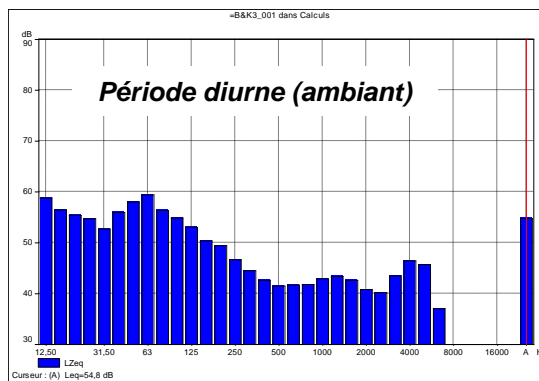
NOTA : Toutes les valeurs présentées dans les tableaux seront **arrondies au demi dB le plus proche** conformément à la recommandation de la norme NFS 31-010.

Point A

Evolution temporelle



Analyse spectrale



Niveaux de bruit par période

Début	29/05/2012 15:00			
Fin	30/05/2012 09:00			
	Type	dB	Leq	L50
Période diurne - Ambient	Leq	A	54.8	51.5
Période diurne - Résiduel	Leq	A	54.8	51.3
Période nocturne	Leq	A	49.7	29.7