RAPPORT D'ETUDE ACOUSTIQUE ET VIBRATOIRE

ANTEA GROUP

ETUDE D'IMPACT SONORE ET VIBRATOIRE

Etude dans le cadre du projet d'aménagement de la tranchée couverte entre le Pont Corneille et le Pont Mathilde à Rouen (76)

Client : ANTEA GROUP
Contact : Monsieur Sylvain CHEVUTCHI, chef de projet
Etablie par : Cédric COUSTAURY, ingénieur acousticien
Approbateur : Fabien SEGARRA, ingénieur acousticien
N° Rapport : RAP1-A1804-064-01
Version : 4
Type d'étude : ROUTE
Date : 19/09/2019

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous la forme de facsimilé photographique intégral. Ce rapport contient : 103 pages

SOMMAIRE

1. CONTEXTE DE L'ETUDE 4
1.1 Introduction 4
1.2 Objectifs 4
1.3 Organisation de l'étude 4
1.4 Glossaire 4
2. NOTIONS D'ACOUSTIQUE 5
3. DEFINITION DES GRANDEURS ACOUSTIQUES 7
3.1 Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A 7
3.2 Niveau acoustique fractile 7
4. REGLEMENTATION 8
4.1 Références 8
4.2 Détail réglementaire 9
4.3 Impact Vibratoire 10
5. PRESENTATION DU PROJET 11
6. CONSTAT INITIAL SONORE – MESURES ACOUSTIQUES 13
6.1 Appareillage utilisé 13
6.2 Période d'intervention 14
6.3 Conditions de mesurages 14
6.4 Principe des mesures 16
6.5 Points de mesures 16
7. ANALYSE DES POINTS SOUMIS AU TRAFIC ROUTIER 19
7.1 Principe 19
7.2 Tests de validation 19
7.3 Les hypothèses de trafics 20
7.4 Méthode de recalage 21
7.5 Niveaux sonores mesurés et recalés 22
8. ANALYSE DES POINTS SOUMIS AU TRAFIC FERROVIAIRE 23
8.1 Principe 23
8.2 Mesure brute 23
8.3 Tests de validation 25
8.4 Trafic ferroviaire 25
8.5 Niveaux sonores mesurés et recalés 26
9. MODELISATION ACOUSTIQUE 27
9.1 Données d'entrées 27
9.2 Paramètres 27
9.3 Validation du modèle 29
9.4 Cartographie des niveaux sonores 30

10. ETAT VIBRATOIRE INITIAL 33
10.1 Appareillage utilisé 33
10.2 Période d'intervention 33
10.3 Emplacements des mesures 34
10.4 Résultats de mesures vibratoires 35
11. SIMULATIONS DE L'ETAT SONORE FUTUR 39
11.1 Description du projet 39
11.2 Hypothèses retenues 39
11.3 Résultats de simulations 41
11.4 Cartographies des niveaux sonores 42
12. IMPACT VIBRATOIRE DE L'ETAT FUTUR 44
13. IMPACT SONORE DU CHANTIER DE DECONSTRUCTION 45
13.1 Hypothèses retenues 45
13.2 Résultats de simulations 46
13.3 Recommandations générales 48
14. CONCLUSION 50
15. ANNEXES 51
15.1 Fiches de mesure acoustique dans l'environnement 51
15.2 Fiches de mesures – vibration 74
15.3 Les conditions de propagation d'après la norme NFS 31-010 81
16. GLOSSAIRE 83

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1 Introduction

La tranchée couverte abritant la voie de chemin de fer utilisée par le port de Rouen connaît des défauts structurels. D'après les récentes études réalisées par la SNCF, il s'avère que les ouvrages M à Q situés entre le Pont Corneille et le Pont Mathilde à Rouen (76), présentent des pathologies importantes qui ne permettent pas leurs réparations. La SNCF prévoit donc leur déconstruction à horizon 2020. Cependant, la circulation automobile doit être maintenue sur ce secteur durant les travaux. Il est donc envisagé de faire transiter cette circulation sur les quais bas le long de la Seine entre le Pont Corneille et le pont Mathilde.

ORFEA Acoustique Normandie a réalisé l'étude d'impact acoustique de ce projet.

1.2 Objectifs

L'étude d'impact acoustique a pour objectifs :

- la caractérisation de l'environnement sonore initial par une campagne de mesures acoustiques et une modélisation acoustique ;
- la caractérisation de l'impact vibratoire actuel engendré par le trafic ferroviaire ;
- la simulation après modélisation des impacts acoustiques du projet ;
- la définition des protections acoustiques en faveur de la diminution du bruit.

1.3 Organisation de l'étude

L'étude acoustique se déroule de la façon suivante :

1. Réalisation d'une campagne de mesures acoustiques et vibratoires ;
2. Modélisation des niveaux sonores diurnes et nocturnes de la zone étudiée dans l'état actuel ;
3. Cartographies des niveaux sonores.

1.4 Glossaire

1.4.1 LAeq :

Niveau de bruit équivalent pondéré A. En considérant un bruit variable, pendant un temps T, le LAeq est le niveau de bruit constant (pondéré A) qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit réellement perçu sur la même durée. Le LAeq s'exprime en dB(A).

1.4.2 Trafics :

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel
Q : débit de véhicules
TV : Trafic Tous Véhicules
VL : Trafic Véhicules Légers
PL : Trafic Poids Lourds

1.4.3 Mesures :

LD : Point de mesure acoustique de Longue Durée

2. NOTIONS D'ACOUSTIQUE

2.1.1 Définition du bruit

Le bruit est dû à une variation de la pression atmosphérique, il est caractérisé par sa fréquence (grave, médium, aiguë) et par son niveau exprimé en décibel (dB).

L'oreille humaine étant plus sensible à certaines fréquences, une pondération du niveau sonore est appliquée sur chaque fréquence afin de représenter au mieux la perception humaine. Son niveau est exprimé en décibel A (dB(A)).

Les niveaux de bruit sont régis par une arithmétique particulière (logarithmes) :

60 dB ⊕ 60 dB = 63 dB ---> $63 = 10 \times Log(10^{60/10} + 10^{60/10})$

60 dB ⊕ 70 dB = 70 dB ---> $70{,}4 = 10 \times Log(10^{70/10} + 10^{60/10})$

Le doublement de l'intensité sonore, dû par exemple à un doublement du trafic, se traduit par une augmentation de 3 dB(A) du niveau de bruit.

Si ces deux niveaux de bruit sont émis simultanément par deux sources sonores et si le 1er est au moins supérieur de 10 dB(A) par rapport au second, le niveau sonore résultant est égal au plus grand des deux. Le bruit le plus faible est alors masqué par le plus fort. De manière générale, la sommation (L_{Tot}) de n niveaux sonores (L_i) s'effectue de la façon suivante :

$$L_{Tot} = 10 \times Log(\sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{Li}{10}})$$

2.1.2 Effets sur la santé

Les impacts du bruit sur la santé sont difficiles à estimer dans la mesure où la tolérance vis à vis des niveaux sonores varie considérablement avec les individus et les types de bruit. En fait, l'effet le plus apparent est probablement la **perturbation du sommeil**, qui peut occasionner fatigue et dépression. De manière plus générale, les scientifiques commencent à s'interroger sur les effets physiologiques et psychologiques que peut entraîner une exposition de longue durée à un environnement bruyant : **stress**, réduction des performances intellectuelles, diminution de la productivité. Cependant, la liste des facteurs de stress est longue, en particulier en milieu urbain, et il est encore malaisé d'isoler les effets de l'exposition au bruit des autres aspects du mode de vie urbain.

2.1.3 La Psychoacoustique

La psychoacoustique est la science qui étudie les sensations auditives perçues et interprétées par chaque individu. Elle se situe donc à la frontière entre l'acoustique, la physiologie et la psychologie. La psychoacoustique étudie la façon dont les ondes sonores sont captées par le système auditif et la façon dont elles sont interprétées par le cerveau (de ces interprétations dépendent nos réactions).

2.1.4 Le Décibel « dB »

Le décibel est une unité de mesure logarithmique en acoustique. C'est un terme sans dimension noté dB.

2.1.5 La pondération « A » et le « dB(A)

La pondération A est l'application d'un filtre fréquentiel correspondant à la sensibilité de l'oreille humaine, plus importante aux médiums qu'aux basses et hautes fréquences. A la valeur du niveau sonore mesuré en dB est ajoutée la valeur de la pondération A, propre à chaque fréquence. La valeur globale ainsi obtenue est exprimée en dB(A).

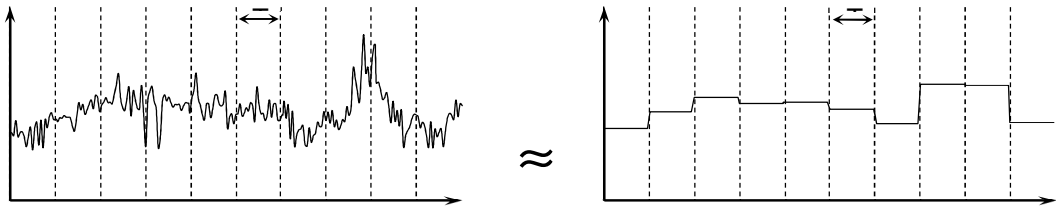
Bruit correspondant	dB(A)	Sensation auditive	Conversation
-	0	Seuil d'audibilité	-
Laboratoire d'Acoustique	5	Silence inhabituel	-
Studio d'enregistrement Feuilles légères agitées par un vent doux	10 15	Très calme	A voix chuchotée
Conversation à voix basse Appartement dans un quartier tranquille	20 25 30 35	Calme	
Bureau tranquille dans quartier calme Appartement normal Bruits minimaux le jour dans la rue	40 45	Assez calme	A voix normale
Restaurant tranquille – Rue tranquille Conversation normale – Rue résidentielle	50 **55** **60**	Bruits courants	A voix assez forte
Appartement bruyant Bruit en ville – Restaurant bruyant Proximité d'une autoroute Bordure périphérique de Paris	**65** 70 75 80	Bruyant mais supportable	
Rue avec trafic intense Restaurant scolaire	**85** **90** 95	**Seuil de risque** **Seuil de danger** Pénible à entendre	Difficile
Marteau piqueur dans une rue à 5 m Métro – Concert/discothèque	100 105 110	Très difficilement supportable	Obligation de crier pour se faire entendre
Moteurs d'avion à quelques mètres Turbo réacteur	**120** 130 140	**Seuil de douleur** Exige une protection spéciale	Impossible

Echelle du bruit dans l'environnement

3. DEFINITION DES GRANDEURS ACOUSTIQUES

3.1 Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A

Le niveau de pression acoustique continu équivalent d'un bruit est le niveau de pression acoustique d'un son continu et stable qui, sur une période de temps T appelée durée d'intégration, à la même pression acoustique quadratique moyenne que le bruit considéré.



Evolution temporelle du niveau de pression acoustique d'un bruit

Evolution temporelle du niveau de pression acoustique continu équivalent du bruit

La pondération A appliquée à un spectre de pression acoustique, effectue une correction du niveau en fonction de la fréquence et permet de rendre compte de la sensibilité de l'oreille humaine qui n'est pas identique à toutes les fréquences.

Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A est noté $L_{Aeq,T}$ et sa valeur est exprimée en dB(A).

3.2 Niveau acoustique fractile

Par analyse statistique des niveaux de pression acoustique continus équivalents pondérés A obtenus sur des intervalles de temps t «court», on peut déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N % de la période de mesure : on le nomme le **niveau de pression acoustique fractile** et on le note $L_{AN,t}$.

Par exemple, $L_{A50,1s}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépassé pendant 50 % de la période de mesure, avec une durée d'intégration égale à 1 seconde.

Dans le cas général (voir définition de l'émergence), l'indicateur préférentiel est celui indiquant la différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés A du bruit ambiant et du bruit résiduel, déterminés selon la norme NFS 31-010.

Dans certaines situations particulières, cet indicateur n'est pas suffisamment adapté et on préfère employer le niveau acoustique fractile.

Ces situations se caractérisent par la présence de bruits intermittents, porteurs de beaucoup d'énergie mais qui ont une durée d'apparition suffisamment faible pour ne pas présenter, à l'oreille, d'effet de masque du bruit de l'installation. Une telle situation se rencontre notamment lorsqu'il existe un trafic routier très discontinu.

4. REGLEMENTATION

4.1 Références

- **Loi N° 92.1444 du 31 décembre 1992** relative à la lutte contre le bruit en général ;
- **Décret N° 95-21 du 9 janvier 1995** relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et modifiant le Code de l'urbanisme et le Code de la construction et de l'habitation, (pour les voies routières dont le trafic moyen annuel est de 5 000 Véhicules/jour). Le classement se fait en 5 catégories et l'on détermine sur cette base :
    - les secteurs affectés par le bruit ;
    - les niveaux sonores que les constructeurs sont tenus de prendre en compte pour la construction des bâtiments inclus dans ces secteurs ;
    - les isolements acoustiques de façade requis.
- **Décret N° 95-22 du 9 janvier 1995** relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, plus particulièrement les articles 2 et 3 relatifs à la transformation d'une infrastructure existante et à la notion de transformation significative ;
- **Arrêté du 5 mai 1995** relatif au bruit des infrastructures routières nouvelles, détermination des niveaux sonores maximaux admissibles en fonction de la nature des locaux et de la zone d'ambiance sonore (modérée ou non modérée) ;
- **Arrêté du 8 novembre 1999** relatif au bruit des infrastructure ferroviaires, détermination des niveaux sonores maximaux admissibles en fonction de la nature des locaux et de la zone d'ambiance sonore (modérée ou non modérée) ;
- **Circulaire N° 97-110 du 12 décembre 1997** prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national, dépend d'une part de la zone d'ambiance sonore et d'autre part du changement de l'environnement sonore causé par la modification (transformation dite significative s'il y a 2 dB(A) en plus après transformation) ;
- **Directive n°2002/49/CE du 25 juin 2002** relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement.
- **Articles L571-9** du titre VII « Préventions des nuisances Acoustiques et Visuelles » du Code de l'Environnement Partie législative Annexe à l'ordonnance n°2000-914 du **18 septembre 2000 (les articles 12 et 13 de la loi n° 92.1444 sont abrogés par l'article L 571-9)** ;
- **Manuel du chef de projet du SETRA/CERTU** d'octobre 2001 sur le Bruit et les Etudes Routières ;
- **Note d'information SETRA n°55 de mars 1998** sur les obligations réglementaires pour les projets routiers introduites par la loi sur le bruit ;
- **Note d'information SETRA n°70 de septembre 2002 (remplaçant la note n°54 de mars 1998)** sur le calcul prévisionnel de bruit routier ; sur les paramètres de trafic sur routes et autoroutes interurbaines.

4.2 Détail réglementaire

Le Maître d'Ouvrage doit respecter la réglementation applicable aux **projets de routes nouvelles et de modification des routes existantes (arrêté du 05 mai 1995).**

Elle est définie comme suit.

4.2.1 Transformation significative

Si la transformation d'une route est significative, la contribution sonore du projet à terme devra respecter les seuils diurnes et nocturnes présentés dans les tableaux ci-après.

Pour le réseau national, l'état à terme est défini 20 ans après la mise en service du projet. Cette démarche peut être étendue à l'ensemble du réseau routier, par décision du Maître d'Ouvrage.

4.2.2 Contribution sonore du projet à terme

La contribution sonore du projet à terme devra respecter les seuils diurnes et nocturnes présentés dans le tableau ci-après.

Pour le réseau national, l'état à terme est défini 20 ans après la mise en service du projet. Cette démarche peut être étendue à l'ensemble du réseau routier, par décision du Maître d'Ouvrage.

<table>
<tr><th rowspan="2">Nature des locaux</th><th rowspan="2">Niveau sonore ambiant initial</th><th colspan="2">Contribution sonore du projet</th></tr>
<tr><th>06h – 22h</th><th>22h – 06h</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Logements</td><td>Modéré de jour et de nuit</td><td>60 dB(A)</td><td>55 dB(A)</td></tr>
<tr><td>Non modéré de jour et modéré de nuit</td><td>65 dB(A)</td><td>55 dB(A)</td></tr>
<tr><td>Modéré de jour et non modéré de nuit</td><td rowspan="2">65 dB(A)</td><td rowspan="2">60 dB(A)</td></tr>
<tr><td>Non modéré de jour ni de nuit</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Bureaux</td><td>Modéré de jour et de nuit</td><td>65 dB(A)</td><td rowspan="2">Aucune obligation</td></tr>
<tr><td>Autres cas</td><td>Aucune obligation</td></tr>
<tr><td>Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : salle de soins et de repos des malades</td><td>Indifférent</td><td>57 dB(A)</td><td>55 dB(A)</td></tr>
<tr><td>Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : autres locaux</td><td>Indifférent</td><td>60 dB(A)</td><td>55 dB(A)</td></tr>
<tr><td>Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)</td><td>Indifférent</td><td>60 dB(A)</td><td>Aucune obligation</td></tr>
</table>

Le niveau sonore ambiant initial est le niveau existant sur le site **toutes sources confondues.**

Il est :

- **modéré de jour si le LAeq ambiant (6h-22h) est < 65 dB(A) ;**
- **modéré de nuit si le LAeq ambiant (22h-6h) est < 60 dB(A).**

4.2.3 Principe d'antériorité

Le Maître d'Ouvrage de la route n'est tenu de protéger que les seuls bâtiments dont la construction a été autorisée avant la date de l'arrêté préfectoral fixant l'enquête publique.

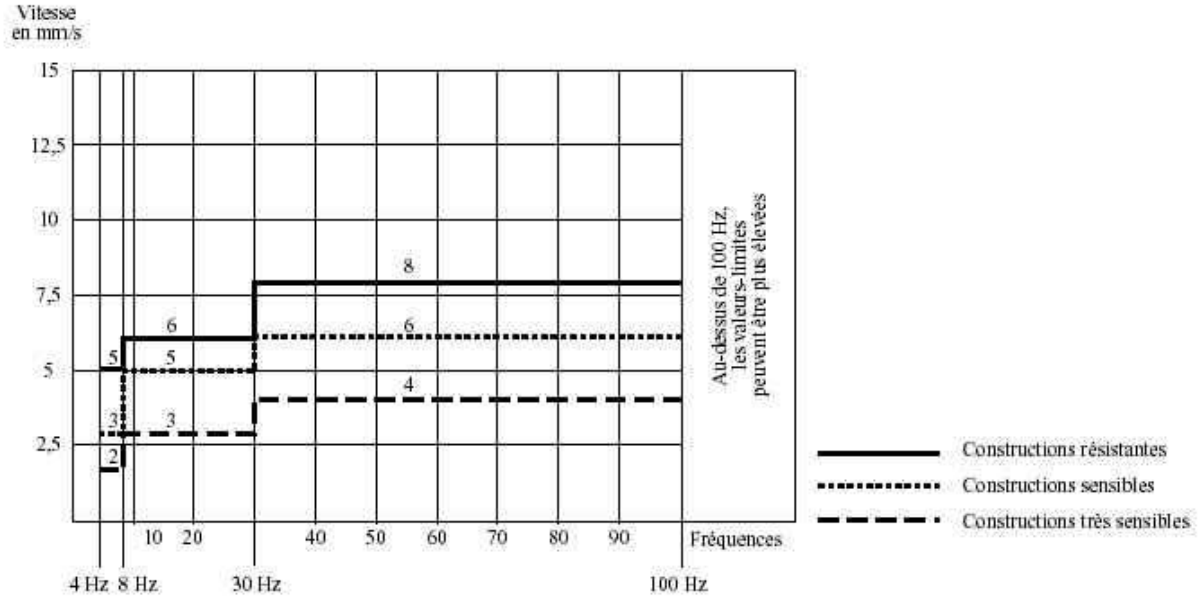
4.3 Impact Vibratoire

L'impact vibratoire peut s'analyser selon deux critères :

- Perception vibratoire des riverains : La perception humaine des vibrations mécaniques engendrée par des voies de transports terrestres (ferroviaire/routière) s'échelonne de 1 à 100 Hz environ. Les seuils de gêne de perception tactile utilisés généralement dans ce genre de problématique sont ceux présentés dans la norme ISO 2631-1 de 2003. Cette dernière précise différente valeur seuil de « gêne vibratoire », définie selon l'accélération vibratoire :

Moins de 0,315 m/s²:	pas du tout inconfortable
De 0,315 m/s² à 0,63 m/s²:	légèrement inconfortable
De 0,5 m/s² à 1 m/s²:	assez inconfortable
De 0,8 m/s² à 1,6 m/s²:	inconfortable
De 1,25 m/s² à 2,5 m/s²:	très inconfortable
Plus de 2 m/s²:	extrêmement inconfortable

- Dégâts pour les constructions : cet aspect est défini par la circulaire du 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées. Ce texte fixe différent seuil de vitesse vibratoire pouvant engendrer des dégâts aux constructions.



L'impact vibratoire actuel du passage des trains FRET au niveau de la tranchée couverte sera analysée sous ces deux prismes.

5. PRESENTATION DU PROJET

Le périmètre d'étude est constitué de la zone d'emprise du projet et des bâtiments situés à proximité.

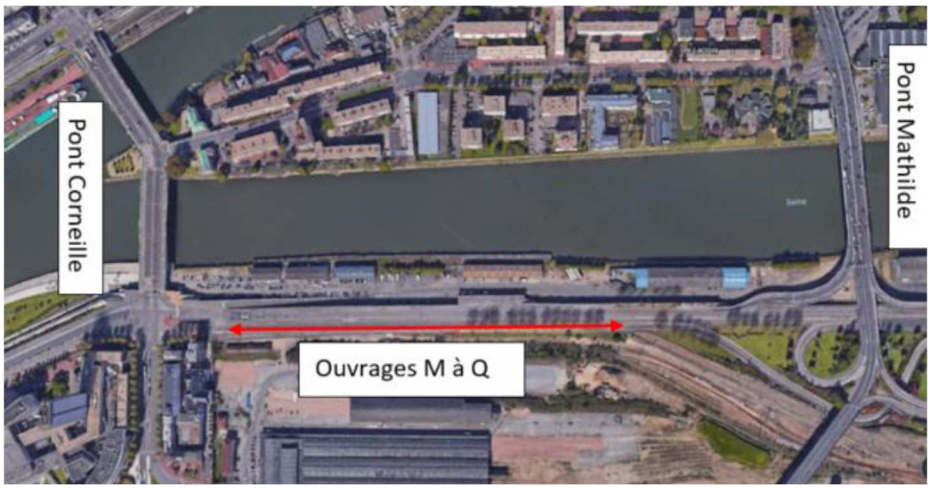
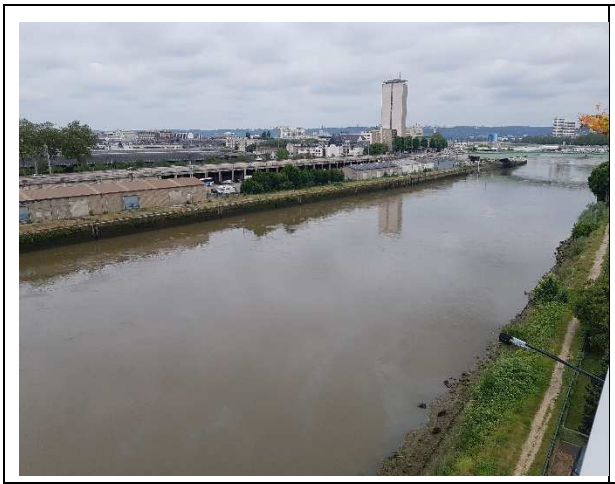


Figure 1 : Localisation du projet

La zone du projet est située dans le centre-ville de Rouen (76). L'environnement du site est le suivant :

- Le site se trouve sur la rive gauche de la Seine, au droit de l'Ile Lacroix ;
- Des immeubles d'habitation se trouvent sur l'Ile Lacroix et aux alentours du projet ;
- La zone d'étude est largement influencée par le trafic routier et notamment sur le Quai Anquetil ;
- Une voie ferroviaire FRET est utilisée pour les activités portuaires de Rouen ;
- L'activité fluviale sur la Seine (passage de péniches) est également marquée ;
- Des entrepôts sont situés en bord de Seine ;
- Lors des mesures, différents chantiers avaient lieu : un chantier de terrassement avait lieu sur le parking de la clinique Mathilde et des travaux avaient lieu sur le Pont Corneille.

Les principales sources sonores sont liées à la circulation routière notamment sur le quai Anquetil et son prolongement (quai Jean Moulin), ainsi que la circulation sur les ponts Corneille et Mathilde. De par la configuration de la tranchée couverte et le trafic faible, la voie ferrée FRET n'engendre pas un impact sonore significatif dans le voisinage. La circulation du train au niveau de la tranchée couverte est audible au niveau des habitations de l'Ile Lacroix mais reste imperceptible sur la rive gauche de la Seine.

	
Vue sur la tranchée couverte depuis l'Ile Lacroix	**Quai Anquetil**
Voie FRET (tranchée couverte)	**Tranchée couverte**
Travaux terrassement clinique Mathilde	**Circulation péniches**

Le projet de déconstruction de la tranchée couverte va entraîner une modification de la circulation des véhicules routiers et ferroviaires. La présente étude doit déterminer l'impact acoustique de ces modifications.

6. CONSTAT INITIAL SONORE – MESURES ACOUSTIQUES

Les mesures ont été réalisées conformément aux normes **NF S 31-085** relative à la caractérisation et au mesurage du bruit dû au trafic routier et **NF S 31-088** relative à la caractérisation et au mesurage du bruit dû au trafic ferroviaire.

6.1 Appareillage utilisé

Les appareils utilisés pour faire les mesures sont :

Appareils	Marque	Type	N° de série de l'appareil	Type et n° de série du microphone	Type et n° de série du préamplificateur	Classe
Sonomètre	ACOEM	Black Solo	65432	MCE 212 134898	PRE 21 S 16003	1
Sonomètre	ACOEM	Blue Solo	60801	MCE 212 181984	PRE 21 S 13328	1
Sonomètre	ACOEM	Blue Solo	61236	MCE 212 96329	PRE 21 S 14400	1
Sonomètre	ACOEM	Blue Solo	61237	MCE 212 96268	PRE 21 S 14394	1

Tableau 1 : Liste des appareils de mesure utilisés

Ce matériel permet de :

- faire des mesures de niveau de pression et de niveau équivalent selon la pondération A,
- faire des analyses temporelles de niveau équivalent et de valeur crête,
- faire des analyses spectrales.

Les appareils de mesure sont calibrés, avant et après chaque série de mesurages, avec un calibreur acoustique de classe 1.

Les logiciels d'exploitation des enregistrements sonores permettent de caractériser les différentes sources de bruit repérées lors des enregistrements (codage d'évènements acoustiques et élimination des évènements parasites), et de chiffrer leurs contributions effectives au niveau de bruit global.

La durée d'intégration du L_{Aeq} est de 1 seconde.

6.2 Période d'intervention

Les mesures ont été effectuées du jeudi 14 juin 2018 au vendredi 15 juin 2018 par Cédric COUSTAURY, ingénieur acousticien et Yvan CHEVRIER, acousticien de la société ORFEA Acoustique Normandie.

6.3 Conditions de mesurages

D'après les normes de mesure :

- pour les points situés à plus d'une centaine de mètres de la source de bruit, les conditions météorologiques influent de manière significative sur le niveau sonore et doivent donc être prises en compte. Dans ce cas, il est préférable de réaliser la mesure dans des conditions favorables de propagation ou similaires aux conditions météorologiques moyennes rencontrées pendant l'année (voir rose des occurrences),
- pour les points situés à moins d'une centaine de mètres de la source de bruit, la mesure peut être considérée comme valable indépendamment des conditions météorologiques.

De plus, la mesure doit être réalisée dans des conditions normales, c'est-à-dire que toute situation exceptionnelle (pluie, neige, travaux, déviation, …) n'est pas valable.

Le tableau suivant présente les conditions météorologiques intervenues lors des relevés (issues de la station météorologique de Rouen) :

Date	Heure	Temperature	Humidité	Direction	Vitesse	Pression	Precip.	Ciel
15/06/2018	11:00	16 C	77 %	W	7 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
15/06/2018	11:30	17 C	77 %	VAR	4 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
15/06/2018	12:00	13 C	88 %	NW	4 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
15/06/2018	12:30	18 C	68 %	NW	7 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	13:00	19 C	64 %	WSW	7 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
15/06/2018	13:30	19 C	64 %	VAR	4 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
15/06/2018	14:00	21 C	56 %	VAR	4 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
15/06/2018	14:30	20 C	56 %	VAR	4 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	15:00	21 C	53 %	VAR	9 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
15/06/2018	15:30	20 C	60 %	W	9 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
15/06/2018	16:00	20 C	56 %	VAR	6 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
15/06/2018	16:30	20 C	60 %	WNW	11 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
15/06/2018	17:00	20 C	60 %	W	13 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	17:30	21 C	56 %	WNW	13 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	18:00	20 C	60 %	NW	17 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	18:30	20 C	56 %	WNW	15 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	19:00	20 C	56 %	WNW	17 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	19:30	19 C	60 %	NW	17 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	20:00	18 C	56 %	WNW	15 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	20:30	17 C	59 %	WNW	11 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	21:00	16 C	63 %	NW	11 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	21:30	16 C	63 %	NW	9 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	22:00	15 C	67 %	NNW	9 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	22:30	14 C	72 %	NW	6 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	23:00	13 C	82 %	NNW	9 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
15/06/2018	23:30	13 C	77 %	NNW	7 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	0:00	19 C	56 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	0:30	12 C	82 %	NNW	15 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	1:00	11 C	82 %	NNW	11 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	1:30	11 C	82 %	NNW	9 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
16/06/2018	2:00	11 C	82 %	VAR	2 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	2:30	10 C	87 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	3:00	10 C	87 %	NW	4 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	3:30	9 C	93 %	W	6 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	4:00	10 C	94 %	S	4 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	4:30	10 C	94 %	SW	7 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
16/06/2018	5:00	10 C	94 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
16/06/2018	5:30	10 C	94 %	-	0 km/h	997.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
16/06/2018	6:00	10 C	94 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	6:30	9 C	93 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	7:00	11 C	94 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
16/06/2018	7:30	11 C	94 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
16/06/2018	8:00	12 C	94 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	8:30	13 C	88 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	9:00	13 C	82 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	9:30	15 C	77 %	-	0 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
16/06/2018	10:00	16 C	68 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
16/06/2018	10:30	16 C	68 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	11:00	17 C	63 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	11:30	17 C	63 %	-	0 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	12:00	12 C	77 %	NNW	11 km/h	999.2 hPa	0.0 mm	Dégagé
16/06/2018	12:30	18 C	56 %	W	15 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
16/06/2018	13:00	18 C	59 %	W	15 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
16/06/2018	13:30	19 C	60 %	WSW	17 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux
16/06/2018	14:00	19 C	56 %	WSW	17 km/h	998.2 hPa	0.0 mm	Nuageux

Pendant la campagne de mesures :

- aucune précipitation n'est apparue ;
- les températures ont varié entre 11 et 21 °C le jour et entre 9 et 15°C la nuit ;
- la rose des vents moyens montre une direction de vent principalement de Nord-Ouest et Sud-Ouest ;
- la vitesse du vent est restée inférieure à 5,0 m/s.

L'ensemble de la période de mesurage est donc conforme à la norme NF-S 31-085.

6.4 Principe des mesures

6.4.1 Grandeur acoustique mesurée

La grandeur fondamentale étudiée est caractéristique du bruit ambiant de l'environnement. Elle est notée L_{Aeq} exprimée en décibels pondérés A.

Cette grandeur représente le niveau sonore équivalent à la moyenne des niveaux de pression acoustique instantanés pendant un intervalle de temps.

Le pas d'intégration des mesures de niveau acoustique équivalent (L_{Aeq}) est de 1 seconde.

6.4.2 Nombre de points de mesure

L'établissement de l'état sonore initial sonore consiste en 4 mesures de longue durée (24h) notées LD1 à LD4.

6.4.3 Position des points de mesure

Les points ont été placés à une distance de 2 mètres en avant de la façade des bâtiments dans les zones concernées, conformément à la méthode de mesurage du bruit routier et ferroviaire décrite dans les normes NF S 31-085 et NF S 31-088.

6.5 Points de mesures

Les points de mesures et les comptages de trafic routier associés sont repérés sur la figure suivante :

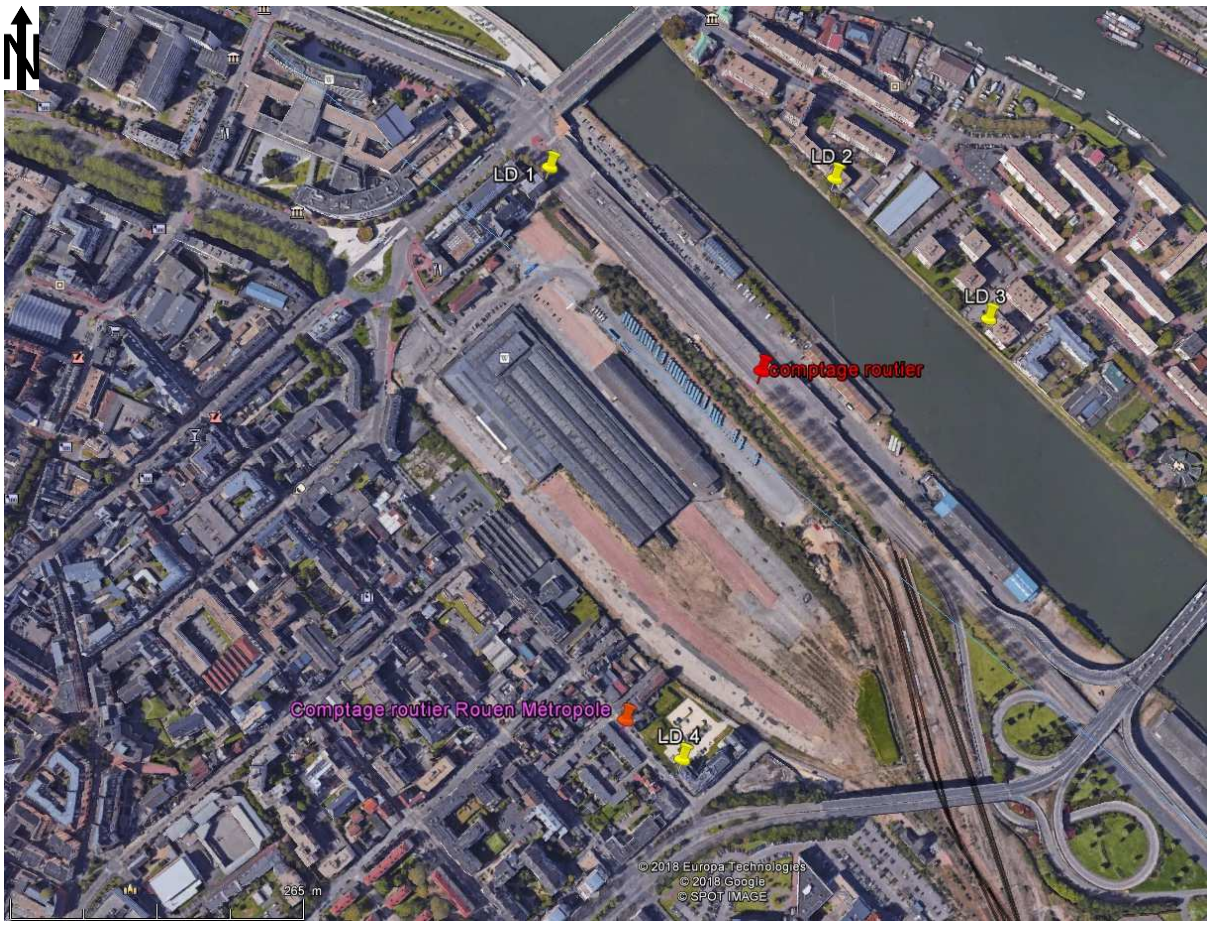


Figure 2 : Repérage des points de mesures et comptages routier

Ces points ont été retenus comme étant représentatifs du secteur d'étude :

- Le point LD 1 permet de caractériser le bruit engendré par la circulation routière dense du Quai Jacques Anquetil ;
- Les points LD 2 et LD 3 sur l'Ile Lacroix (habitat résidentiel) permet de caractériser le bruit engendré par la circulation routière dense du Quai Jacques Anquetil et par la circulation du FRET ;
- Le point LD 4 situé le long de la rue Desseaux permet de préciser le niveau sonore dans ce secteur en vue d'un éventuel report de trafic futur suite aux travaux.

L'ensemble du secteur d'étude est ainsi concerné par des mesures acoustiques qui permettent de caler le modèle informatique dont il est fait état par la suite. Ce modèle permettra de calculer le niveau sonore en tout point du périmètre d'étude.

Le tableau suivant présente l'implantation précise des points de mesure :

Point	Adresse	Contact	Façade	Date et heure	Principales sources sonores
LD1	Quai Anquetil à Rouen	Mme LEMESLE	Nord-Est (5ème étage)	Du 14 au 15 juin 2018	Quai Jacques Anquetil
LD2	Avenue Chastellain à Rouen	Mme LEJEUNE	Sud-Ouest (2ème étage)	Du 14 au 15 juin 2018	Quai Jacques Anquetil et voie ferrée FRET
LD3	Rue Sainte Adelaïde à Rouen	M. DESLANDES	Sud-Ouest (6ème étage)	Du 14 au 15 juin 2018	Quai Jacques Anquetil et voie ferrée FRET
LD4	Rue Dessaux à Rouen	Clinique Mathilde	Sud-Ouest (4ème étage)	Du 14 au 15 juin 2018	Rue Desseaux

Tableau 2 : localisation des points de mesures acoustiques

7. ANALYSE DES POINTS SOUMIS AU TRAFIC ROUTIER

7.1 Principe

Les mesures réalisées sont représentatives du niveau sonore à un instant donné. Afin de pouvoir les comparer avec les niveaux sonores réglementaires, elles doivent être représentatives du niveau sonore annuel. Les mesures doivent être recalées sur le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA).

Le niveau sonore brut correspond au niveau de bruit ambiant général (toutes sources confondues) comportant le bruit de l'infrastructure faisant l'objet de la mesure.

Au cours des mesures, des comptages ont été réalisés sur les deux sens de circulation au niveau de certains axes routiers, ce qui permet de faire correspondre un trafic au niveau sonore mesuré.

A l'issue de ces correspondances et des tests de validation décris ci-après, le niveau sonore annuel peut alors être calculé par recalage sur le trafic annuel.

7.2 Tests de validation

Conformément à la norme NFS 31-085, les points de mesure soumis au trafic routier doivent vérifier les tests de validation suivants :

Test de validation 1	☑ Vérification de la continuité du signal à partir de l'étude de l'écart de niveau sonore entre 2 instants successifs (1 s), cet écart ne doit pas dépasser certaines valeurs, fonctions de la distance à la voie de l'habitation considérée et de la vitesse.
	☑ Vérification de la nature "gaussienne" du bruit à partir d'un test de cohérence entre les niveaux LAeq,base (résultat de la mesure) et LAeq,gauss (prise en compte des indices statistiques).
	☑ Ces tests permettent de démontrer que le bruit mesuré est représentatif d'un bruit routier.
Test de validation 2	☑ Vérification de la corrélation entre l'indice LAeq,base et le trafic routier du jour des mesures. Si la cohérence est bonne : recalage mesure / trafic.

7.3 Les hypothèses de trafics

7.3.1 Trafic du jour des mesures

Les mesures du trafic routier durant la période de mesures ont été fournies par :

- ORFEA Acoustique Normandie pour le trafic routier sur le Quai Jacques Anquetil (comptage réalisé par la société spécialisée MOBILIS) ;
- Rouen Métropole pour le trafic routier sur la rue Desseaux (comptage réalisé par les services de la Métropole).

7.3.2 Trafics annuels

Les recalages ont été réalisés sur les TMJA fournis par Rouen Métropole. Le tableau suivant présente les TMJA retenus pour les deux voies concernées par le recalage routier :

	JOUR (6h-22h) -2017				NUIT (22h-6h) -2017			
Voies	**TMJA véh/jour**	**TV/h**	**%PL**	**Vitesse Moyenne**	**TMJA véh/nuit**	**TV/h**	**%PL**	**Vitesse Moyenne**
Quai Jacques Anquetil	17 637	1 102	8,6%	70 km/h	1 100	138	5,5%	90 km/h
Rue Desseaux	3 159	197	5,3%	30 km/h	227	28	2,2	30 km/h

Tableau 3 : trafic routier considéré

7.4 Méthode de recalage

Le débit équivalent

Les données de trafic, relatives aux deux types de véhicules, sont traitées ensemble en pondérant le débit de véhicules lourds, Q_{PL}, d'un facteur d'équivalence acoustique entre véhicules lourds et véhicules légers, noté E.

Le débit équivalent Q_{eq}, se calcule selon la formule :

$Q_{eq}=Q_{VL}+E\ Q_{PL}$

où :

- Qeq est le débit équivalent ;
- QVL est le débit « véhicules légers » ;
- QPL est le débit de « poids lourds » ;
- E est un facteur d'équivalence qui dépend de la vitesse pratiquée sur la voie et de sa rampe au niveau du point de mesure longue durée considéré. Ses valeurs sont indiquées dans le tableau suivant :

Rampe de la voie (%) Vm (km/h)	**≤2**	**3**	**4**	**5**	**≥6**
120	4	5	5	6	6
100	5	5	6	6	7
80	7	9	10	11	12
50	10	13	16	18	20

Recalage par rapport au trafic

L'ajustement en fonction des caractéristiques du trafic est effectué selon la formule suivante :

$$L_{Aeq,LT} = L_{Aeq,mes} + 10.log\frac{\overline{Q}_{eq,LT}}{\overline{Q}_{eq,mes}} + 20.log\frac{\overline{V}_{LT}}{\overline{V}_{mes}}$$ où :

- $L_{Aeq,LT}$ est le niveau de la moyenne de long terme de la pression acoustique, exprimé en dB(A) ;
- $L_{Aeq,mes}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ;
- $\overline{Q}_{eq,LT}$ est le débit moyen horaire équivalent de référence, en véhicules par heure ;
- $\overline{Q}_{eq,mes}$ est le débit moyen horaire équivalent mesuré, en véhicules par heure ;
- $\overline{V}_{LT}$ est la vitesse moyenne de référence de la voie considérée, en kilomètres par heure ;
- $\overline{V}_{mes}$ est la vitesse moyenne mesurée du flot de véhicules, en kilomètres par heure.

7.5 Niveaux sonores mesurés et recalés

Les résultats des mesures sont donnés en niveau global L_{Aeq} et sont exprimés en dB(A).

L_{Aeq} dB(A)	MESURE BRUTE		MESURE RECALEE SUR LE TMJA	
	6h00-22h00	22h00-6h00	22h00-6h00	22h00-6h00
LD1	65,9	59,0	65,1	58,1
LD2	56,6	48,6	55,8	47,6
LD3	57,8	51,2	57,0	50,3
LD4	63,1	55,4	62,2	53,7

Tableau 4 : Niveaux sonores mesurés et recalés

8. ANALYSE DES POINTS SOUMIS AU TRAFIC FERROVIAIRE

8.1 Principe

Le niveau sonore brut correspond à un certain trafic écoulé pendant la durée de la mesure.

Le trafic ferroviaire du jour des mesures étant défini, il est possible de le faire correspondre au niveau sonore mesuré. Le niveau sonore annuel peut alors être calculé en recalant la mesure brute sur le trafic annuel. Ensuite, il est possible d'associer à chaque point de longue durée, un ou plusieurs points de courte durée, lorsque ceux-ci sont soumis aux mêmes sources de bruit et situés dans une zone géographiquement similaire. Le niveau sonore du point de courte durée suit dès lors la même évolution sonore, ce qui permet de le recaler par rapport au niveau sonore du point de longue durée associé.

Seuls les points LD 2 et LD 3 sont concernés par la perception du trafic ferroviaire FRET sur la tranchée couverte.

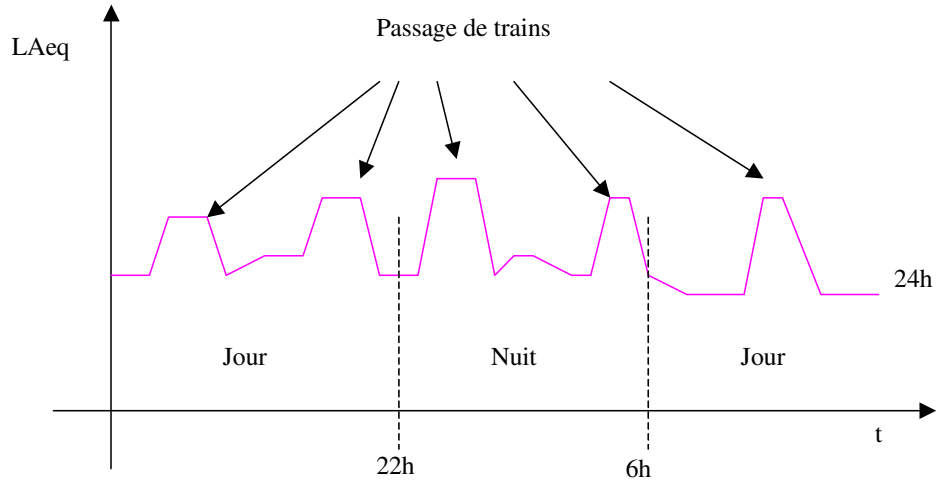
8.2 Mesure brute

Contrairement à la route, les niveaux sonores bruts ne sont pas obtenus directement à partir de la mesure. Il faut coder les passages et types de trains et les associer à des durées.

Le niveau sonore brut correspond à la moyenne des niveaux sonores dus aux trains (pondérés par leur durée d'apparition) recalée sur la durée de référence associée (jour ou nuit).

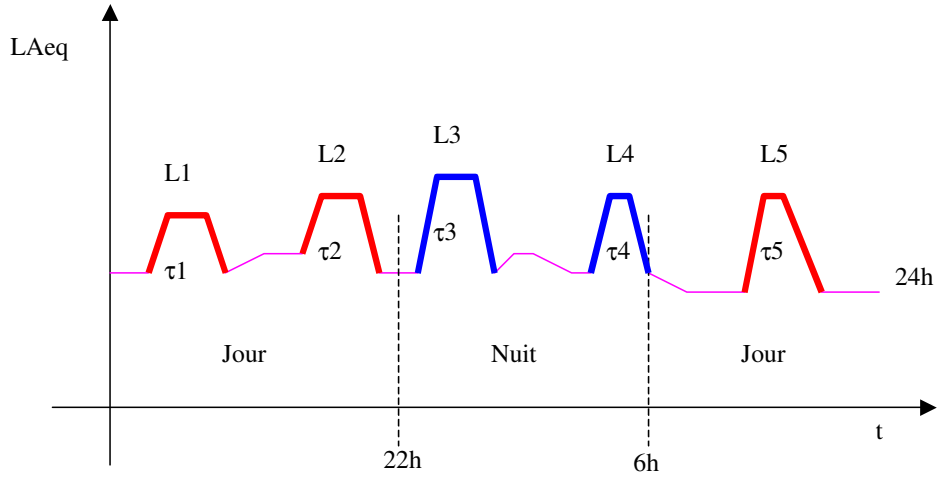
Un exemple de calcul est présenté ci-dessous :

Mesure brute



Mesure codée

Codage des passages de trains – L = niveau sonore – τ = durée



Calcul des niveaux sonores bruts

LAeq(jour) = 10log[(τ_1 x $10L_1/10$+τ_2 x $10L_2/10$+τ_5 x $10L_5/10$)/T_{jour}]

LAeq(nuit) = 10log[(τ_3 x $10L_3/10$+τ_4 x $10L_4/10$)/T_{nuit}].

8.3 Tests de validation

Conformément à la norme NFS 31-088, les points de mesure soumis au trafic ferroviaire doivent vérifier les tests de validation suivants :

Test de validation 1 : Calcul de l'écart entre les niveaux sonores brut et recalé/trafic ; cet écart ne doit pas dépasser certaines valeurs.

Ce test permet de démontrer que le niveau sonore recalé est cohérent vis à vis du niveau sonore brut.

Test de validation 2 : Calcul de l'écart entre les niveaux sonores brut et recalé/durée; cet écart ne doit pas dépasser certaines valeurs.

Ce test permet de démontrer que le niveau sonore recalé est cohérent vis à vis du niveau sonore brut (utilisé lors de l'association d'un point de courte durée avec un longue durée).

L'ensemble des points de mesure soumis au trafic ferroviaire répond aux tests de validation, ce qui permet de les exploiter.

8.4 Trafic ferroviaire

Trafic du jour des mesures

Le tableau suivant présente trafic ferroviaire du jour des mesures (données fournies par SNCF Réseau) :

	JOUR (6h-22h)		NUIT (22h-6h)	
Voie	Nbre	Vitesse (km/h)	Nbre	Vitesse (km/h)
FRET Tranchée couverte	16	40 km/h environ	0	-

Le trafic annuel

Afin de déterminer le niveau sonore moyen sur une année à partir des résultats des mesures, ORFEA Acoustique Normandie a utilisé le trafic moyen annuel dont les caractéristiques sont reportées dans le tableau ci-dessous (données fournies par SNCF Réseau) :

	JOUR (6h-22h)		NUIT (22h-6h)	
Voie	Nbre	Vitesse (km/h)	Nbre	Vitesse (km/h)
FRET Tranchée couverte	20	40 km/h environ	0	-

8.5 Niveaux sonores mesurés et recalés

Le tableau suivant présente les niveaux sonores bruts et recalés aux points LD 2 et LD 3, exprimés en dB(A).

L_{Aeq} dB(A)	MESURE SONORE 6h-22h	
	BRUTE	RECALEE
LD 2	38,8	40,0
LD 3	39,4	40,5

L'indicateur utilisé est If (Indicateur Ferroviaire).

Avec If = LAeq – 3 (correction traduisant une gêne différente entre bruits routier et ferroviaires).

Les niveaux sonores fer sont nettement inférieurs aux niveaux sonores routiers.

9. MODELISATION ACOUSTIQUE

Afin de pouvoir simuler le niveau sonore moyen sur l'ensemble du périmètre d'étude, une modélisation du secteur dans sa configuration actuelle a été réalisée. Celle-ci a été effectuée avec le logiciel CadnaA de la société Datakustik.

9.1 Données d'entrées

Les données d'entrées pour la modélisation sont issues :

- des relevés in situ : géométrie des bâtiments et obstacles ;
- de vues aériennes ;
- des données open street map disponibles en accès libre.

9.2 Paramètres

Les paramètres météorologiques retenus sont les suivants :

- Température : 20°C ;
- Humidité relative : 70% ;
- Conditions météorologiques homogènes.

Les cartes de bruits présentées dans ce rapport ont été réalisées à une hauteur de 2 m du sol.

Le terrain :

Le coefficient d'absorption du sol G retenu est 0 pour les routes et 0,5 pour le terrain. La Seine a été modélisée par une surface réfléchissante de coefficient 0,2.

Le bâti :

La couche bâti est issu des données Open Street Map.

Route et Fer :

Nature du revêtement

Le type de revêtement intervient sur la puissance acoustique des sources et sur la forme du spectre (répartition en fréquence) du bruit routier.

Pour les calculs, un enrobé bitumé classique a été retenu.

Trafic

Les données de trafic retenues pour les simulations (nombre de véhicules par heure, pourcentage de poids lourds et vitesses) sont celles issues du TMJA et des trafics moyens journaliers transmis par Rouen Métropole et SNCF Réseau. Concernant les voies ne disposant pas de données (axe secondaire au trafic plus faible), une hypothèse de trafic standard a été retenu. De même, l'absence de données concernant le trafic poids lourds a conduit à retenir des hypothèses :

- Pourcentage de trafic poids lourds identique sur toutes les voies ;
- Trafic routier sur les axes ne disposant pas de données considérées à 100 véh/h de jour et 20 véh/h de nuit ;
- Les vitesses réglementaires ont été retenues.

Le tableau suivant présente les données utilisées :

Voie	Débit Horaire		Pourcentage Poids Lourds (%)		Vitesse moyenne
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	(km/h)
quai du havre	548	161	8,6	5,5	50
rue Desseaux	197	29	5,3	2,2	30
Quai Jacques Anquetil	1 102	137	8,6	5,5	70
quai boulet	1 311	308	8,6	5,5	50
quai de paris	1 451	274	8,6	5,5	50
Accès au Quai Jacques Anquetil	10	1	8,6	5,5	50
Avenue Aristide Briand	1 174	245	8,6	5,5	50
Avenue du Grand Cours	1 374	211	8,6	5,5	50
Avenue Jacques Chastellain	35	6	8,6	5,5	50
Boulevard de l'Europe	851	137	8,6	5,5	50
Cours Clemenceau	928	140	8,6	5,5	50
Pont Mathilde NS	2 504	401	8,6	5,5	50
Pont Mathilde SN	2 165	318	8,6	5,5	50
Pont Pierre Corneille	628	77	8,6	5,5	50
Pont Pierre Corneille	659	107	8,6	5,5	50
Quai Bas Jacques Anquetil	5	0	8,6	5,5	30
Quai de Paris	1 451	274	8,6	5,5	50
Quai Jean Moulin	700	144	8,6	5,5	70
Quai Pierre Corneille	698	155	8,6	5,5	50
Rue champlain	659	107	8,6	5,5	50
Rue d'Emendreville	197	29	8,6	5,5	50
Rue Lafayette	159	31	8,6	5,5	50
Rue Malouet	216	27	8,6	5,5	50
Voie sur Berge Rive Droite	1 116	257	8,6	5,5	50
Trafic FRET (tranchée couverte)	20 (débit quotidien)	0	-	-	40

Tableau 5 : hypothèses de trafic routier considéré

9.3 Validation du modèle

Un modèle est considéré comme représentatif de la réalité lorsque l'écart entre calcul et mesure est inférieur à 3,0 dB(A).

Pour ce faire, les trafics de l'état initial sur toutes les voies ont été implantés dans le modèle et un calcul a été effectué au niveau des points étudiés lors des mesures in situ.

Concernant le trafic routier, les résultats sont les suivants :

	L_{Aeq} JOUR (6h-22h (en dB(A))			**L_{Aeq} NUIT (22h-6h (en dB(A))**		
	MESURE BRUTE/RECALEE	NIVEAU SIMULE	ECART	MESURE BRUTE/RECALEE	NIVEAU SIMULE	ECART
LD1	65,1	68,2	+3,1	58,1	58,7	+0,6
LD2	55,8	56,6	+0,8	47,6	47,6	0,0
LD3	57,0	58,8	+1,8	50,3	49,7	-0,6
LD4	62,2	63,4	+1,2	53,7	54,6	+0,9

Tableau 6 : comparaison des niveaux sonores mesurés et simulés

Concernant le trafic ferroviaire, les résultats sont les suivants :

	L_{Aeq} JOUR (6h-22h (en dB(A))		
	MESURE BRUTE/RECALEE	NIVEAU SIMULE	ECART
LD2	40,0	42,3	+2,3
LD3	40,5	41,0	+0,5

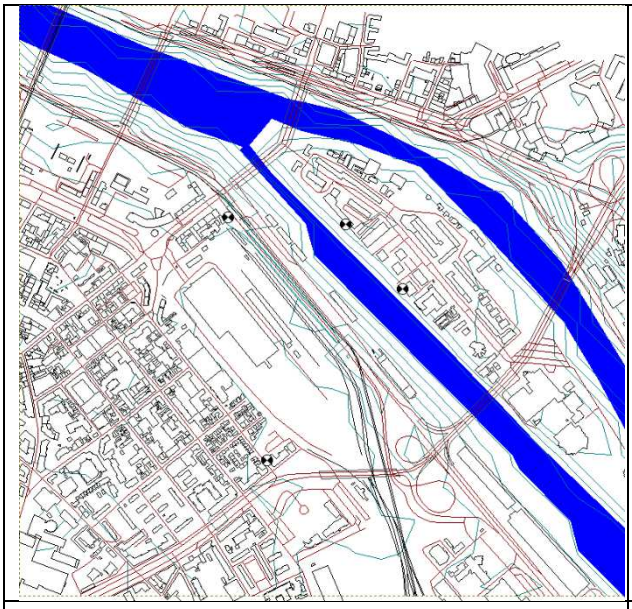
Pour les points de mesure situés à proximité des axes routiers modélisés l'écart apparaît majoritairement inférieur à 2,0 dB(A). Seul le point LD1 est concerné par un écart sensiblement supérieur à 3,0 dB(A) en période diurne.

Dans tous les cas, les écarts sont dus à la prise en compte de plusieurs paramètres :

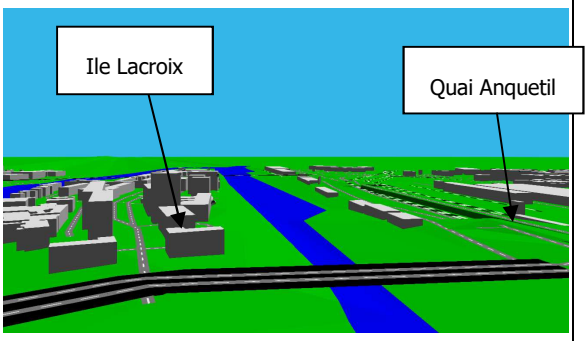
- les incertitudes liées aux conditions météorologiques lors de l'intervention ;
- les incertitudes de recalage sur les mesures ;
- les approximations effectuées pour les calculs du logiciel ;
- les travaux sur le pont Corneille lors des mesures a probablement engendré un trafic plus faible sur le pont ;
- les approximations faites sur les données de trafic routier (TMJA) et des hypothèses prises concernant les données manquantes. Ces hypothèses (trafic routier forfaitaire, pourcentage poids lourd identique) peuvent expliquer les écarts.

Le modèle numérique est considéré comme étant suffisamment réaliste et représentatif de la réalité.

Les illustrations suivantes présentent le modèle créé :



Vue 2D du modèle

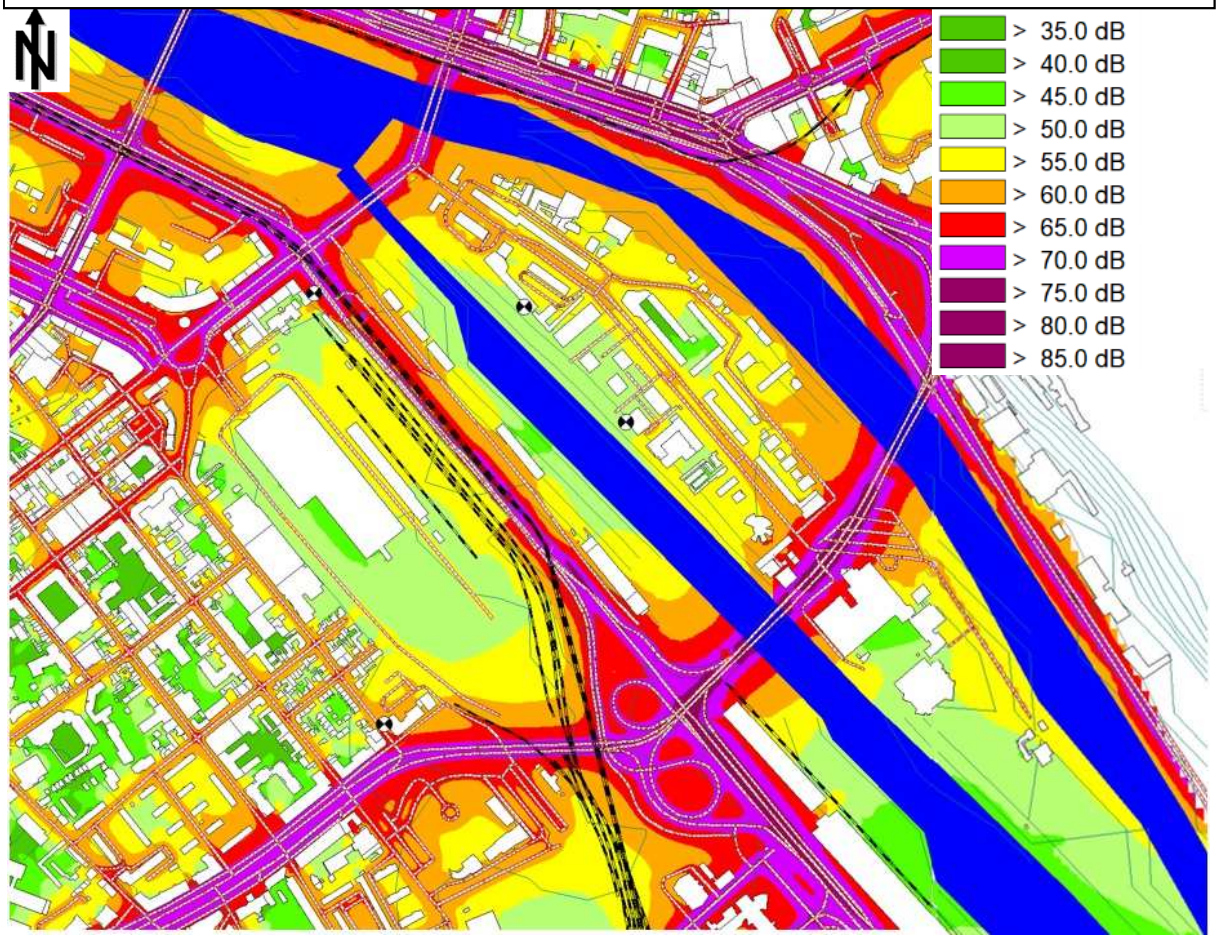


Vue 3D du modèle

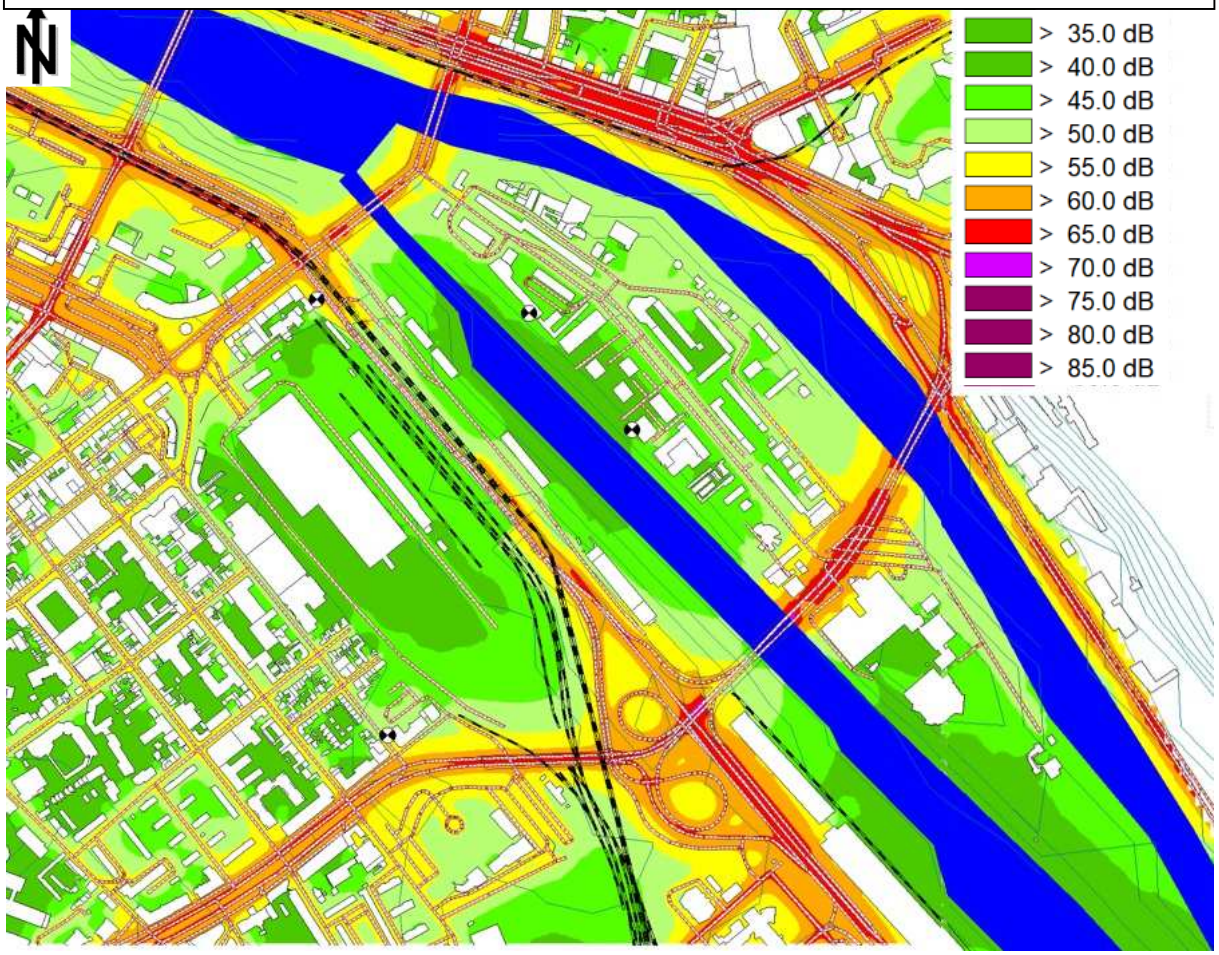
9.4 Cartographie des niveaux sonores

Les cartographies suivantes présentent les niveaux sonores calculés sur le secteur d'étude en considérant les trafics routiers et ferroviaires transmis. Les niveaux sonores sont exprimés en dB(A) et calculés à une hauteur de 2 mètres.

Cartographies des niveaux sonores diurnes – état actuel (en dB(A))



Cartographies des niveaux sonores nocturnes – état actuel (en dB(A))



De jour, les principaux axes routiers du secteur (quais Jacques Anquetil et Jean Moulin, quais rive droite, boulevard de l'Europe, Ponts Corneille et Mathilde, avenue Champlain) contribuent à créer des zones bruyantes et engendrent des niveaux sonores supérieurs à 65,0 dB(A) et par endroit supérieurs à 70,0 dB(A) en façade des immeubles d'habitation (zone non modérée).

De nuit, les niveaux sonores restent majoritairement inférieurs à 60,0 dB(A) en façade des logements sur la rive gauche. Sur la rive droite, le trafic routier nocturne sur les quais engendre des niveaux sonores élevés en façade des logements (supérieurs à 60,0 dB(A)).

10. ETAT VIBRATOIRE INITIAL

Les sources vibratoires prépondérantes sont les trains circulant sur les voies de la tranchée couverte. Les vibrations sont générées par le contact roue-rail. Elles sont ensuite transmises à différents éléments (voie, sol, bâtiment). La transmission et la propagation des vibrations sont alors complexes à étudier.

Afin de caractériser l'impact vibratoire actuel du trafic ferroviaire FRET au niveau de la tranchée couverte, une campagne de mesure vibratoire a été réalisée.

10.1 Appareillage utilisé

Les appareils utilisés pour faire les mesures sont :

Appareils	Marque	Type	N° de série de l'appareil
Accéléromètres	WILCOXON RESEARCH	799M	SN :14221 SN :14222 SN :14223

Tableau 7 : Liste des appareils de mesure utilisés

10.2 Période d'intervention

Les mesures ont été effectuées le 14 juin 2018 par Cédric COUSTAURY et Yvan CHEVRIER acousticiens de la société ORFEA Acoustique Normandie.

10.3 Emplacements des mesures

Les mesures vibratoires ont été réalisées en quatre endroits conformément à la localisation suivante :

Le point V1 se situe au pied d'un immeuble d'habitation sur le Quai Jacques Anquetil.

Le point V2 est situé au pied d'un immeuble d'habitation au 63d avenue Chastellain sur l'Ile Lacroix.

Le points V3 et V4 sont situés respectivement à 35 et 3 mètres des voies ferrées et permet de connaître le niveau vibratoire émis à proximité des voies de FRET.

Les mesures vibratoires ont été réalisées au sol lors d'un passage d'un convoi de FRET.

10.4 Résultats de mesures vibratoires

Les résultats sont donnés en mm/s arrondis à deux décimales près et sont comparés aux seuils réglementaires extrait du tableau de la circulaire ministérielle du 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées.

Point V1 – résiduel (absence de passage de trains)				
1/3 d'octave	**Niveau seuil (en mm/s)**	**Axe X (en mm/s)**	**Axe Y (en mm/s)**	**Axe Z (en mm/s)**
4 Hz	2,00	0,33	0,28	0,45
5 Hz	2,00	0,23	0,21	0,29
6,3 Hz	2,00	0,19	0,17	0,24
8 Hz	2,00	0,16	0,15	0,21
10 Hz	3,00	0,18	0,14	0,25
12,5 Hz	3,00	0,16	0,11	0,22
16 Hz	3,00	0,11	0,14	0,12
20 Hz	3,00	0,08	0,07	0,07
25 Hz	3,00	0,05	0,06	0,05
31,5 Hz	3,00	0,04	0,04	0,04
40 Hz	4,00	0,03	0,03	0,03
50 Hz	4,00	0,02	0,03	0,02
63 Hz	4,00	0,02	0,03	0,02
80 Hz	4,00	0,01	0,04	0,01
100 Hz	4,00	0,04	0,05	0,06

Point V1 - train de 4 wagons				
1/3 d'octave	**Niveau seuil (en mm/s)**	**Axe X (en mm/s)**	**Axe Y (en mm/s)**	**Axe Z (en mm/s)**
4 Hz	2,00	0,91	0,46	0,53
5 Hz	2,00	0,94	0,62	0,50
6,3 Hz	2,00	1,50	0,68	1,51
8 Hz	2,00	0,82	0,59	1,32
10 Hz	3,00	1,11	0,53	1,10
12,5 Hz	3,00	0,45	0,23	0,44
16 Hz	3,00	0,72	0,69	0,59
20 Hz	3,00	0,24	0,16	0,14
25 Hz	3,00	0,15	0,18	0,10
31,5 Hz	3,00	0,15	0,14	0,11
40 Hz	4,00	0,09	0,12	0,06
50 Hz	4,00	0,05	0,08	0,04
63 Hz	4,00	0,04	0,08	0,03
80 Hz	4,00	0,02	0,08	0,02
100 Hz	4,00	0,01	0,06	0,01

Accélération vibratoire maximale = 0,00137 m/s^2 (axe Z).

Point V2 – résiduel (absence de passage de trains)				
1/3 d'octave	**Niveau seuil (en mm/s)**	**Axe X (en mm/s)**	**Axe Y (en mm/s)**	**Axe Z (en mm/s)**
4 Hz	2,00	0,45	0,41	0,60
5 Hz	2,00	0,35	0,31	0,45
6,3 Hz	2,00	0,29	0,25	0,37
8 Hz	2,00	0,19	0,17	0,26
10 Hz	3,00	0,17	0,15	0,23
12,5 Hz	3,00	0,11	0,10	0,15
16 Hz	3,00	0,08	0,08	0,10
20 Hz	3,00	0,07	0,06	0,08
25 Hz	3,00	0,05	0,04	0,05
31,5 Hz	3,00	0,06	0,03	0,04
40 Hz	4,00	0,08	0,03	0,04
50 Hz	4,00	0,11	0,03	0,06
63 Hz	4,00	0,17	0,03	0,04
80 Hz	4,00	0,51	0,06	0,03
100 Hz	4,00	0,12	0,02	0,03

Point V2 - train de 3 wagons				
1/3 d'octave	**Niveau seuil (en mm/s)**	**Axe X (en mm/s)**	**Axe Y (en mm/s)**	**Axe Z (en mm/s)**
4 Hz	2,00	0,59	0,59	0,83
5 Hz	2,00	0,36	0,29	0,47
6,3 Hz	2,00	0,31	0,22	0,37
8 Hz	2,00	0,18	0,24	0,20
10 Hz	3,00	0,15	0,18	0,16
12,5 Hz	3,00	0,13	0,11	0,14
16 Hz	3,00	0,14	0,35	0,30
20 Hz	3,00	0,14	0,12	0,10
25 Hz	3,00	0,15	0,05	0,06
31,5 Hz	3,00	0,33	0,04	0,09
40 Hz	4,00	0,75	0,11	0,04
50 Hz	4,00	0,34	0,05	0,04
63 Hz	4,00	0,41	0,05	0,03
80 Hz	4,00	0,86	0,11	0,05
100 Hz	4,00	0,38	0,06	0,05

Accélération vibratoire maximale = 0,00149 m/s^2 (axe Z).

Point V3 - train de 7 wagons				
1/3 d'octave	**Niveau seuil (en mm/s)**	**Axe X (en mm/s)**	**Axe Y (en mm/s)**	**Axe Z (en mm/s)**
4 Hz	2,00	0,52	0,38	0,65
5 Hz	2,00	0,48	0,43	0,54
6,3 Hz	2,00	0,25	0,34	0,53
8 Hz	2,00	0,23	0,25	0,31
10 Hz	3,00	0,46	0,40	0,79
12,5 Hz	3,00	0,51	0,45	0,84
16 Hz	3,00	0,74	0,45	0,92
20 Hz	3,00	0,51	0,37	0,43
25 Hz	3,00	0,35	0,25	0,46
31,5 Hz	3,00	0,25	0,18	0,44
40 Hz	4,00	0,15	0,13	0,14
50 Hz	4,00	0,11	0,07	0,10
63 Hz	4,00	0,08	0,04	0,03
80 Hz	4,00	0,16	0,06	0,03
100 Hz	4,00	0,06	0,05	0,08

Point V4 - train de 2 wagons				
1/3 d'octave	**Niveau seuil (en mm/s)**	**Axe X (en mm/s)**	**Axe Y (en mm/s)**	**Axe Z (en mm/s)**
4 Hz	2,00	0,57	0,68	0,97
5 Hz	2,00	0,47	0,44	0,67
6,3 Hz	2,00	0,52	0,58	0,44
8 Hz	2,00	0,44	1,45	0,57
10 Hz	3,00	0,60	2,54	2,04
12,5 Hz	3,00	0,93	3,13	4,27
16 Hz	3,00	1,07	1,22	3,16
20 Hz	3,00	0,83	1,29	1,95
25 Hz	3,00	0,62	1,50	1,93
31,5 Hz	3,00	0,85	1,50	1,74
40 Hz	4,00	1,16	1,97	1,68
50 Hz	4,00	0,92	1,55	1,48
63 Hz	4,00	0,76	0,82	1,45
80 Hz	4,00	0,50	0,47	0,74
100 Hz	4,00	0,54	0,44	1,33

Point V4 - train de 4 wagons				
1/3 d'octave	**Niveau seuil (en mm/s)**	**Axe X (en mm/s)**	**Axe Y (en mm/s)**	**Axe Z (en mm/s)**
4 Hz	2,00	0,62	2,07	0,90
5 Hz	2,00	0,79	1,88	0,64
6,3 Hz	2,00	0,79	1,91	0,81
8 Hz	2,00	1,00	1,57	2,92
10 Hz	3,00	2,09	2,95	6,68
12,5 Hz	3,00	3,20	3,27	7,41
16 Hz	3,00	1,78	2,48	4,12
20 Hz	3,00	1,10	2,54	4,84
25 Hz	3,00	1,16	2,24	4,47
31,5 Hz	3,00	1,29	2,37	3,98
40 Hz	4,00	1,64	2,21	2,51
50 Hz	4,00	1,33	1,93	2,99
63 Hz	4,00	1,30	1,41	3,20
80 Hz	4,00	1,30	1,12	1,70
100 Hz	4,00	0,75	0,52	1,43

L'impact vibratoire au sol lors de passages des trains est peu significatif, à l'exception de la proximité des voies ferrées où un impact vibratoire a été recensé.

Vis-à-vis des seuils définis dans la circulaire du 23 juillet 1986, aucun risque structurel aux bâtiments n'a été mesuré aux points V1 et V2.

Vis-à-vis des critères de perception tactile de la norme 2331-1, les niveaux d'accélérations vibratoires mesurés aux points V1 et V2 sont inférieurs à 0,315 m/s^2. L'expérience a montré dans de nombreux pays que des plaintes concernant les vibrations dans les bâtiments à caractère résidentiel risquent d'être formulées par les habitants quand les amplitudes de vibrations sont seulement légèrement au-dessus du seuil de perception. **Lors de nos mesures, aucun des riverains consultés n'a fait part de nuisances vibratoires émises par les passages des trains FRET.**

11. SIMULATIONS DE L'ETAT SONORE FUTUR

11.1 Description du projet

La déconstruction de la section de la tranchée couverte ferroviaire allant du Pont Corneille jusqu'au Pont Mathilde est rendue nécessaire du fait des pathologies structurelles importantes qui ne permettent pas d'envisager une réparation. La dangerosité de la tranchée couverte ferroviaire entre les ponts Mathilde et Corneille impose une interdiction de circulation des véhicules.

En conséquence, cette interdiction et la perspective des travaux de déconstruction de la tranchée couverte ferroviaire posent la question des modalités de rétablissement des conditions de circulation en lieu et place du quai haut Jacques Anquetil (RD 18E). Afin de préserver la fluidité du trafic et l'accessibilité au centre-ville, il a été décidé de maintenir la circulation des véhicules sur ce secteur, et durant les travaux.

De même, les travaux de démolition de la tranchée couverte ferroviaire doivent être compatibles avec le maintien des circulations ferroviaires permettant la desserte du port maritime de Rouen. Différents scénarii ont pu être étudiés, impliquant ou non une déviation localisée des voies ferrées.

En définitive, la solution retenue repose sur un maintien en l'état des voies ferrées existantes et un report de la circulation sur le quai bas Jacques Anquetil sur une voie à double sens avec une voie de circulation par sens.

De plus, il est prévu de modifier l'échangeur de la tête sud du pont Mathilde afin de garantir les mêmes possibilités d'échanges qu'à l'état actuel en fluidifiant la circulation sur le pont.

11.2 Hypothèses retenues

Au stade de la présente étude d'impact acoustique, à défaut d'éléments plus précis, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- La tranchée couverte et la circulation routière que le quai Jacques Anquetil (quai haut) sont supprimées ;
- La nouvelle voie routière est créée sur les quais bas ;
- Cette voie est une 2 voies à double sens, limitée à 50 km/h, interdite aux poids lourds et d'une longueur d'environ 800m ;
- Le trafic routier sur cette voie est considérée identique à celui existant actuellement sur le quai Jacques Anquetil (nonobstant l'interdiction aux poids lourds) ;
- Le raccordement avec le pont Mathilde va entrainer des modifications de voiries au niveau de l'échangeur. Le raccordement entre les quais bas et le pont Corneille s'effectuera en réutilisant la rampe d'accès existante ;
- Les illustrations suivantes présentes les nouveaux tracés et les hypothèses de trafic retenu :

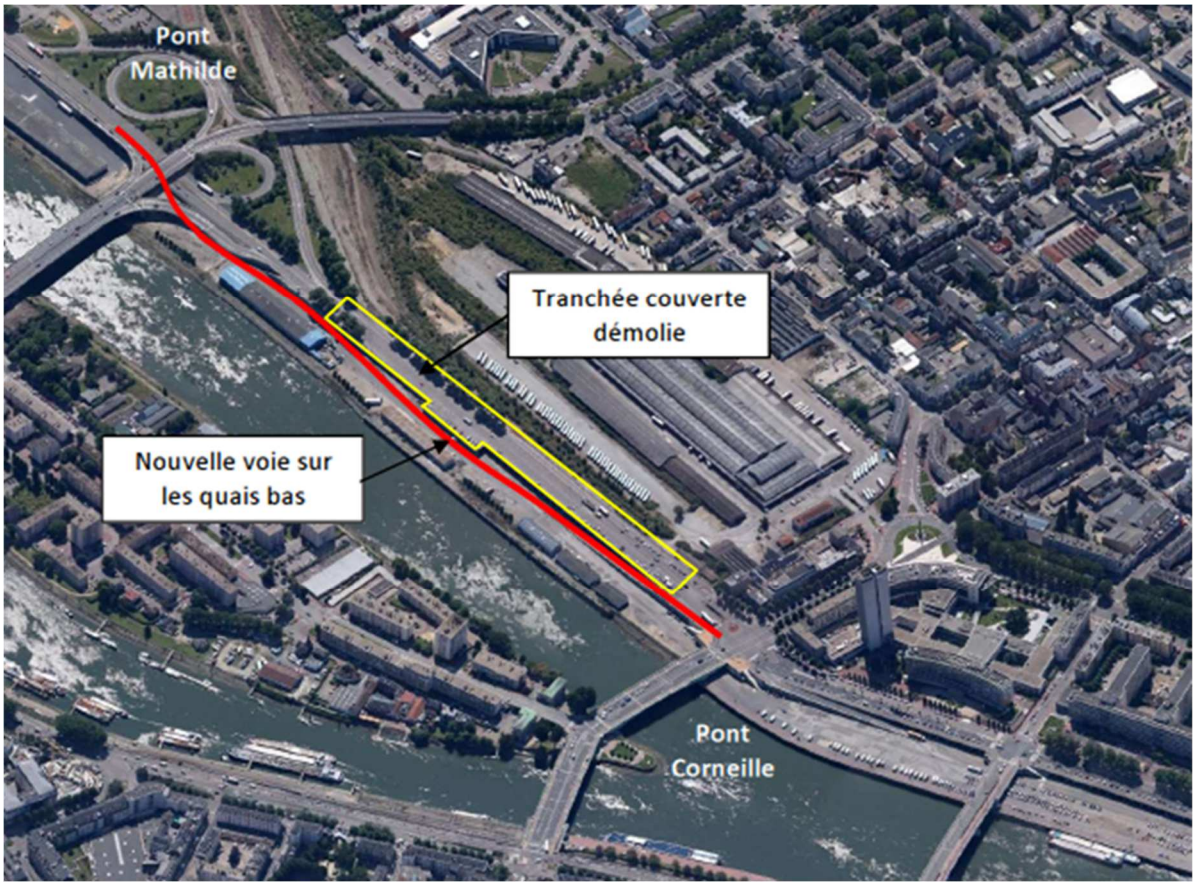


Figure 3 :Tracé de la nouvelle vois sur les quais bas

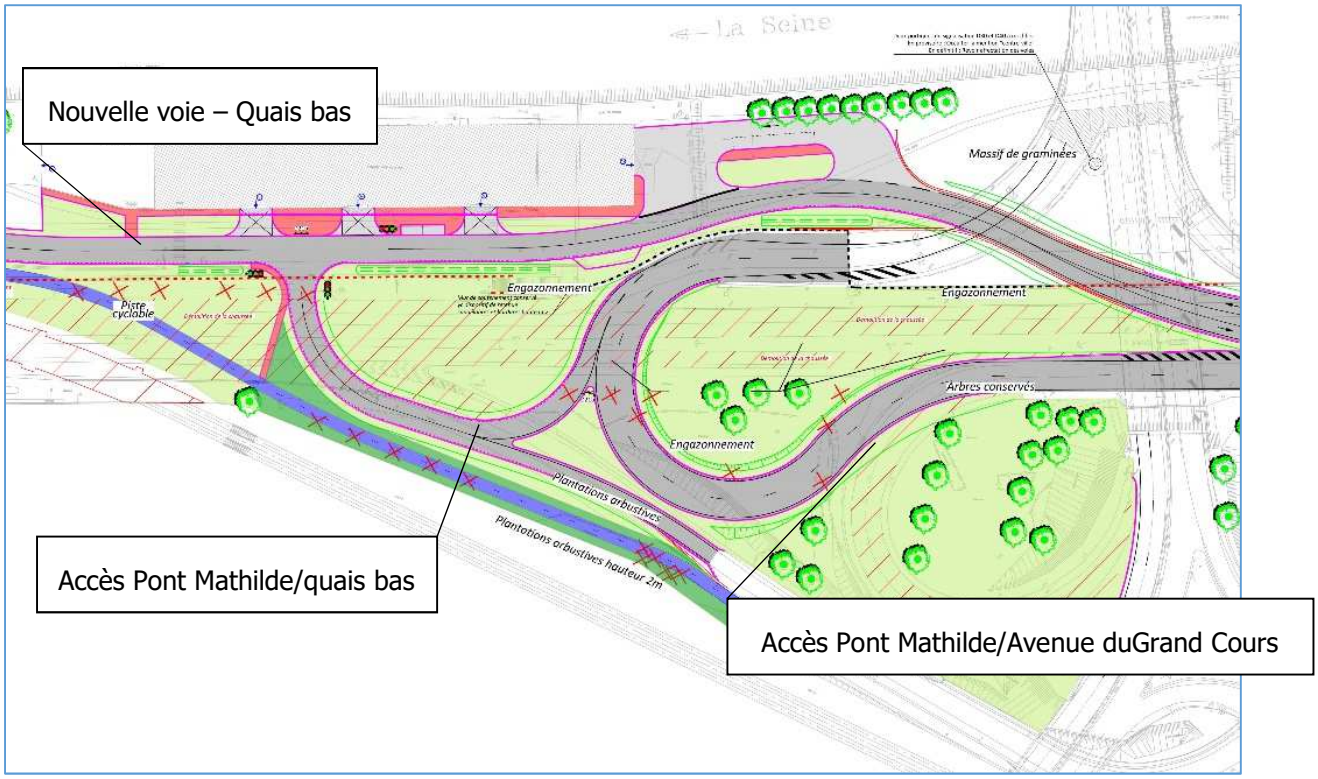


Figure 3 : Echangeur entre les quais bas et le pont Mathilde

Voie	Débit Horaire		Pourcentage Poids Lourds (%)		Vitesse moyenne
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	(km/h)
Nouvelle voie quais bas	1 102	137	0,0	0,0	50
Accès Pont Mathilde/quais bas	251	29	0,0	0,0	30
Accès Pont Mathilde/Avenue du Grand Cours	300	40	8,6	5,5	50

Tableau 8 : Hypothèse de trafic retenue au niveau de l'échangeur Pont Mathilde

- Aucun report de trafic sur les autres axes n'a été considéré dans l'étude d'impact acoustique ;
- L'échéance retenue est l'échéance à la mise en service du projet. Aucune projection à t+20ans n'a été effectuée ;
- L'impact acoustique du chantier n'a pas été étudié ;
- Aucune modification des voies ferroviaires, ni du trafic FRET n'est prévu dans le cadre du projet.

11.3 Résultats de simulations

Le tableau suivant présente les résultats de simulations acoustiques en comparant la situation actuelle et la situation future après déconstruction de la tranchée couverte et les modifications de voiries mises en place :

	L_{Aeq} JOUR (6h-22h (en dB(A))			**L_{Aeq} NUIT (22h-6h (en dB(A))**		
	NIVEAU SONORE ACTUEL	NIVEAU SONORE FUTUR	ECART	NIVEAU SONORE ACTUEL	NIVEAU SONORE FUTUR	ECART
LD1	68,2	63,6	-4,6	58,7	54,6	-4,1
LD2	56,6	56,2	-0,4	47,6	47,4	-0,2
LD3	58,8	57,3	-1,5	49,7	48,1	-1,6
LD4	63,4	63,2	-0,2	54,6	54,4	-0,2

Tableau 9 : Comparaison des niveaux sonores avant et après travaux

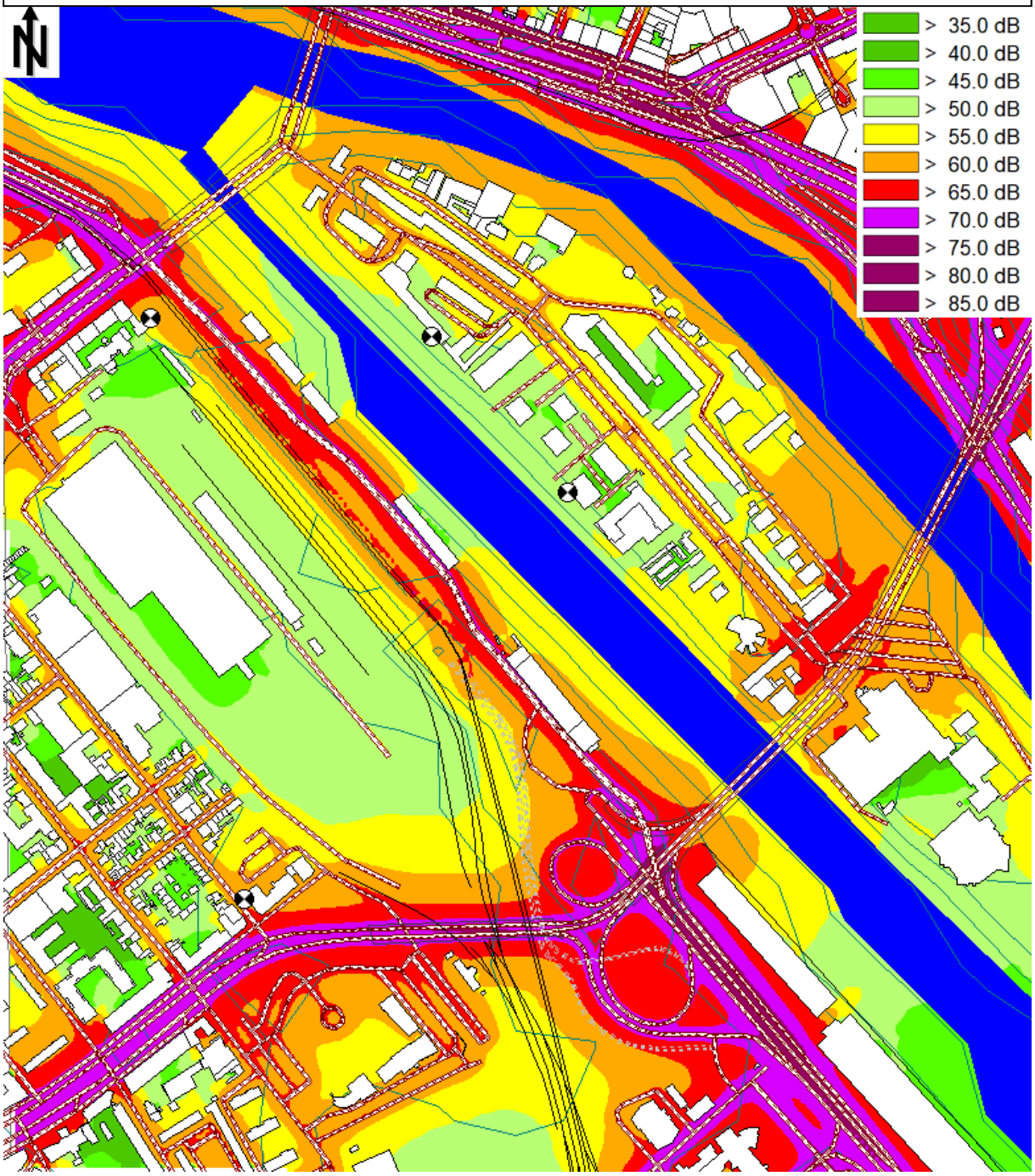
Sur la base des hypothèses retenues, le projet de déconstruction de la tranchée couverte et les nouveaux aménagements associés auront :

- Une incidence acoustique positive au niveau de l'immeuble d'habitation située quai Anquetil. La diminution du niveau sonore estimée par le déplacement de la voie routière est évaluée à environ 4,0 dB(A). Ce gain sera perceptible par les riverains. La circulation des trains FRET sera plus perceptible par les riverains (contribution sonore passant de 40,5 dB(A) à 53,5 dB(A). Toutefois, le bruit de circulation routière restera très prédominant ;
- Une incidence acoustique modérée sur les habitations de l'île Lacroix. La diminution du niveau sonore sera comprise entre 0,0 et 1,5 dB(A) et ne devrait pas être très perceptible par les riverains.
- Une incidence acoustique non significative sur les autres secteurs.

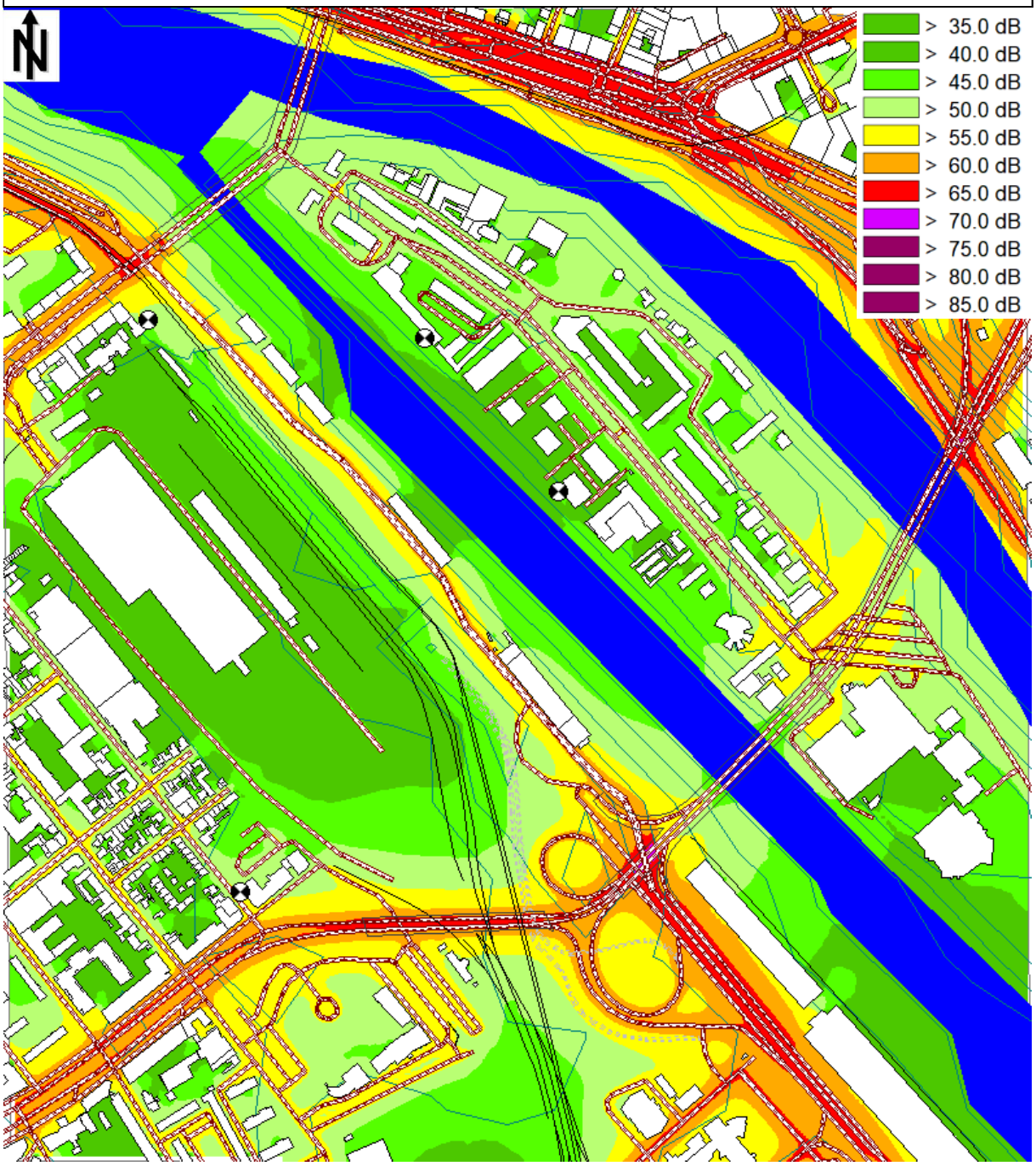
11.4 Cartographies des niveaux sonores

Les cartographies suivantes présentent les niveaux sonores calculés sur le secteur d'étude futur en considérant les hypothèses retenues. Les niveaux sonores sont exprimés en dB(A) et calculés à une hauteur de 2 mètres.

Cartographies des niveaux sonores diurnes – état futur (en dB(A))



Cartographies des niveaux sonores nocturnes – état futur (en dB(A))



12. IMPACT VIBRATOIRE DE L'ETAT FUTUR

Les transports ferroviaires peuvent générer des vibrations causées par deux facteurs :

- les irrégularités du contact roue-rail ;
- les équipements discontinus sur la voie.

Ces vibrations suivent un parcours complexe en se transmettant au sol (milieu hétérogène souvent mal connu) et en se propageant dans celui-ci jusqu'aux fondations des bâtiments situés à proximité. Cette énergie vibratoire peut alors être transmise au bâtiment dont les occupants peuvent alors être exposés potentiellement à une gêne engendrée par ce bruit solidien.

Dans sa configuration avant travaux, les mesures vibratoires réalisées au niveau des bâtiments d'habitation autour de la ligne FRET ont mis en évidence l'absence de dépassements des seuils définis dans la circulaire du 23 juillet 1986 montrant qu'aucun risque structurel n'était encouru par ces bâtiments.

Vis-à-vis des critères de perception tactile de la norme 2331-1, les niveaux d'accélérations vibratoires mesurés aux points V1 et V2 sont également inférieurs à 0,315 m/s2.

Le projet de déconstruction de la tranchée couverte ne devrait pas modifier cette situation. En effet, le matériel roulant et la voie ferrée ne seront pas modifiées et aucuns travaux significatifs dans le sol pouvant modifier la propagation des vibrations, n'est prévu.

Le projet ne devrait pas engendrer de niveaux vibratoires supérieurs à ceux qui ont été mis en évidence lors des mesures initiales ,qui restent nettement inférieurs au seuil réglementaire.

13. IMPACT SONORE DU CHANTIER DE DECONSTRUCTION

13.1 Hypothèses retenues

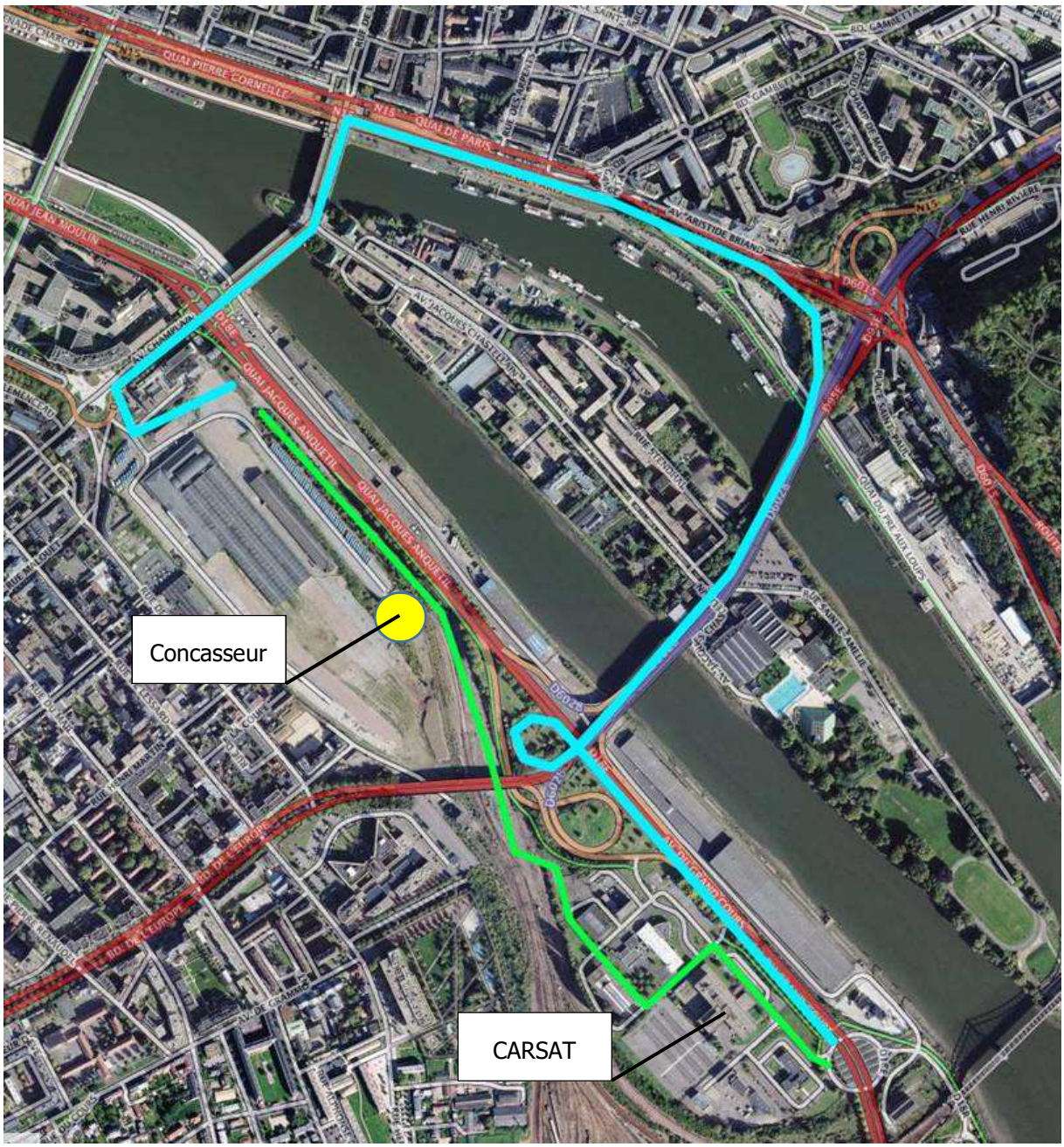
D'après les informations transmises, le chantier étudié va concerner :

- Le fonctionnement d'un concasseur dont la puissance acoustique maximale est évaluée à 122 dB(A). A défaut de données d'émission par bandes d'octaves, ORFEA Acoustique Normandie a retenu le spectre de puissance acoustique, exprimé en dB(A) suivant (issus de données internes) :

Source de bruit	**Puissance acoustique Lw**							
	Spectre en bandes d'octave (dB)							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	**A**
Concasseur	118,0	118,0	118,0	118,0	118,0	114,0	110,0	122,0

- La circulation de poids lourds d'évacuation des gravats de démolition le long deux axes :
  - Tracé vert : Evacuation massive de gravats correspondant à 60 allers et retours de poids lourds entre 7h et 20h pendant 8 semaines (vitesse moyenne de 30 km/h) ;
  - Tracé bleu : Evacuation distillée correspondants à un maximum de 20 allers et retours entre 9h et 16h pendant une durée non connue à ce stade de l'étude (vitesse moyenne de 30 km/h).

Le croquis suivant illustre la localisation prévisionnelle du concasseur et des tracés d'évacuation :



13.2 Résultats de simulations

Le tracé bleu va emprunter des voies routières existante au trafic déjà important. Ce surplus de trafic (de l'ordre de 3 à 4 poids lourds maximum par heure) va se « diluer » dans le trafic existant et ne devrait pas engendrer une hausse significative du niveau sonore dans son environnement.

Le tracé vert va engendrer un trafic horaire de l'ordre de 10 poids lourds et emprunter des voies au trafic actuellement peu significatif. Afin d'évaluer l'impact sonore de ce trafic poids lourds supplémentaire, un calcul a été fait en façade de l'immeuble de la CARSAT Normandie, localisé sur le plan précédent. Le tableau suivant présente les résultats des simulations acoustiques avec et sans ce trafic poids lourds supplémentaires :

	L_{Aeq} JOUR (6h-22h (en dB(A))		
	NIVEAU SONORE ESTIME ACTUEL	NIVEAU SONORE ESTIME FUTUR	ECART
CARSAT – FAÇADE NORD-EST	64,5	65,0	+0,5
CARSAT – FAÇADE NORD-OUEST	60,5	62,5	+2,0

La circulation de transit poids lourds (gravats massifs) va engendrer une hausse du niveau sonore diurne en façade de l'immeuble de la CARSAT compris entre 0,5 et 2,0 dB(A). La relative faiblesse de la hausse du niveau sonore s'explique par un trafic routier important sur l'avenue du Grand Cours.

Le concasseur sera situé dans une zone dégagée située sur la plateforme de transit. Avec une puissance acoustique maximale de 122,0 dB(A), cet équipement va engendrer une hausse du niveau sonore dans l'environnement du projet. Le tableau suivant présente cette augmentation :

	L_{Aeq} JOUR (6h-22h (en dB(A))		
	NIVEAU SONORE ESTIME ACTUEL	NIVEAU SONORE ESTIME FUTUR	ECART
CLINIQUE MATHILDE	60,0	69,0	+9,0
HABITATIONS RUE DESSEAUX	52,5	68,0	+15,5
HABITATIONS ILE LACROIX	57,0	61,0	+4,0
HABITATIONS PRÈS DE LA FUTURE BASE DE VIE	55,5	62,0	+6,5

ORFEA Acoustique Normandie recommande la mise en place d'actions permettant de réduire l'impact sonore du concasseur :

- Retenir un concasseur dont la puissance acoustique est plus faible que celui étudié ;
- Déplacer le concasseur dans une zone éloignée des zones habitées ;
- Utilisations des stocks/des bâtiments industriels existants pour assurer une protection acoustique des zones habitées ;
- En fonction du choix du concasseur et de son implantation définitive, une étude acoustique complémentaire pourra être réalisée afin de dimensionner un éventuel écran acoustique afin de réduire son impact si nécessaire.

13.3 Recommandations générales

Aucun seuil réglementaire n'est applicable au bruit engendré par le bruit de chantier. Toutefois, une attention particulière pourra être apportée pour diminuer l'impact sonore du chantier notamment à proximité des secteurs habités. Dans le cadre des chantiers, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :

- Le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes en ce qui concerne soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;
- L'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;
- Un comportement anormalement bruyant.

Chaque chantier est spécifique en matière d'émissions acoustiques selon les techniques constructives choisies et l'environnement du chantier, de plus celles-ci évoluent au fur et à mesure des travaux. Les recommandations suivantes ne sont pas exhaustives. **Il convient à chaque entreprise de prendre conscience de la contrainte acoustique de travaux sur site occupé. Les entreprises sont invitées à utiliser des techniques de réalisations les moins bruyantes possibles, à respecter les mesures organisationnelles mises en place pour concilier la réalisation du chantier et la maîtrise de son impact acoustique sur l'environnement.**

Choix des équipements et moyens constructifs

- L'entreprise doit s'assurer de la conformité de ses engins et véhicules de chantier au regard de la réglementation sur le bruit. Elle veillera aussi à ce qu'ils soient convenablement entretenus pour rester conformes à cette homologation ;
- Des talkies-walkies pourront être utilisés pour communiquer avec les conducteurs d'engins afin d'éviter les cris, klaxons et sifflements ;
- Les systèmes d'alerte de recul des engins devront être large bande pour éviter une nuisance sonore pour le voisinage ;
- Les voiries de circulation des poids lourds seront entretenues afin d'éviter l'apparition de trous pouvant entrainer des claquements de bennes (notamment à vide). Cette source de bruit est souvent perçue comme très gênante par les riverains.

Comportement respectueux de l'environnement du chantier

- L'entreprise donnera des consignes pour arrêter les machines temporairement inemployées ;
- Les bruits de chocs métalliques, nuisance généralement perçue comme importante par les riverains, seront limités en agissant sur les comportements des ouvriers afin qu'ils prennent l'habitude de poser les éléments métalliques (treillis soudés, étais, potelets, tubes de garde-corps, etc.) plutôt que de les jeter ou de les laisser tomber ;
- Il est recommandé de couper les moteurs des camions lors des livraisons dans la mesure du possible ;
- Il est également recommandé dans le cas de benne de chantiers « tout venant » de disposer en premier lieu un fond de matériaux légers (cartons, emballages plastique…), ces matériaux amortissant la chute par la suite de matériaux plus lourds ou rigides (métaux, béton…) ;
- Autant que faire se peut, les activités particulièrement bruyantes ne seront pas effectuées sur les périodes les plus sensibles chez les riverains (avant 8h et après 18h) ;
- Si possible, les zones de stockage des matières premières seront les plus éloignées possible des riverains et seront disposés à proximités des équipements bruyants pour servir de protection ;

- Les accès chantiers, les aires de stockage et de stationnement (limitant les manœuvres des camions), et les horaires de livraison pourront être optimisés pour diminuer l'impact sonore sur les riverains ;
- Sensibilisation de l'ensemble des acteurs du chantier et définir un référent qui peut être contacté en cas de problème

Communication auprès des riverains

Il est important de prévoir une information des riverains du site (Ile Lacroix, immeuble Quai Anquetil notamment). En effet, si un bruit est prévu et si on connaît sa cause et ses horaires d'apparitions, il sera plus « facilement accepté ». Une période bruyante attendue est préférable à une période bruyante subite et inattendue. Suivant cette logique de prévention et d'information, les entreprises sont invitées à communiquer sur les phases de leurs missions qu'elles considèrent sensibles vis-à-vis de la problématique bruit de chantier. Des réflexions entres les différentes parties pourront en découler.

Un référent bruit sur le chantier pourrait être nommé afin d'être le contact privilégié des riverains en cas de nuisances sonores alléguées.

14. CONCLUSION

Dans le cadre de l'opération de déconstruction de la tranchée couverte, ORFEA Acoustique Normandie a réalisé l'étude d'impact acoustique et vibratoire du projet.

Le **diagnostic acoustique** a été effectué en réalisant 4 mesures longue durée ayant permis de caler un modèle informatique. Ce modèle a été utilisé pour établir des cartes de bruit de jour et de nuit, sur l'ensemble du secteur d'étude. Les principales sources sonores sont les trafics routiers sur :

- Les ponts Mathilde et Corneille ;
- Les quais Jean Moulin, Jacques Anquetil et les quais sur la rive Droite ;
- Le Boulevard de l'Europe, l'avenue Champlain et le Cours Clémenceau.

De jour, ces axes contribuent à créer des zones bruyantes et engendrent des niveaux sonores supérieurs à 65,0 dB(A) et par endroit supérieurs à 70,0 dB(A) en façade des immeubles d'habitation.

De nuit, les niveaux sonores restent majoritairement inférieurs à 60,0 dB(A) en façade des logements sur la rive gauche. Sur la rive droite, le trafic routier nocturne sur les quais engendre des niveaux sonores élevés en façade des logements (supérieurs à 60,0 dB(A)).

Le trafic ferroviaire FRET sous la tranchée couverte est faiblement perceptible dans le voisinage (sur l'Ile Lacroix) mais engendre des niveaux sonores faibles comparativement aux trafics routiers continus et soutenus sur les voies principales.

Il est important de noter que les logements sur l'Ile Lacroix sont globalement des zones assez calmes, exposés à des niveaux sonores diurnes inférieurs à 58,0 dB(A) et à des niveaux sonores nocturnes inférieurs à 50,0 dB(A). Ce constat est particulièrement vrai au centre de la zone résidentielles située entre les ponts Mathilde et Corneille sur l'Ile Lacroix. Les extrémités de l'Ile sont nettement plus bruyantes car influencées par les trafics routiers sur les ponts Corneille et Mathilde.

L'état sonore initial vibratoire a permis de caractériser l'impact vibratoire aux passages des convois FRET. Au niveau des logements, cet impact est très peu significatif et reste nettement en dessous des seuils réglementaires.

Sur la base des hypothèses retenues et sans considérer de report de trafic lié à l'opération, **les simulations acoustiques du projet** ont montré que le projet va engendrer une baisse significative du niveau sonore en façade de l'immeuble d'habitation située quai Jacques Anquetil (de l'ordre de 4,0 dB(A)) et une baisse plus modérée du niveau sonore en façade des logements de l'île Lacroix (inférieurs à 2,0 dB(A)). Aucun impact vibratoire n'a été mis en évidence compte tenu de l'absence de modifications de la ligne FRET.

Des mesures acoustiques/vibratoires à la mise en service du projet permettront de confirmer ces conclusions.

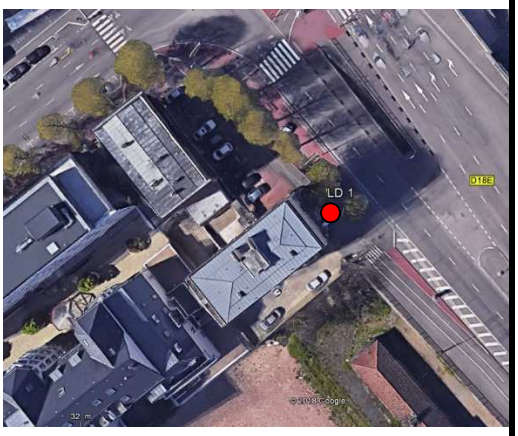
Rédacteur	Approbateurs	
Cédric COUSTAURY Acousticien	Maëlick BANIEL Acousticien	Fabien SEGARRA Acousticien

15. ANNEXES

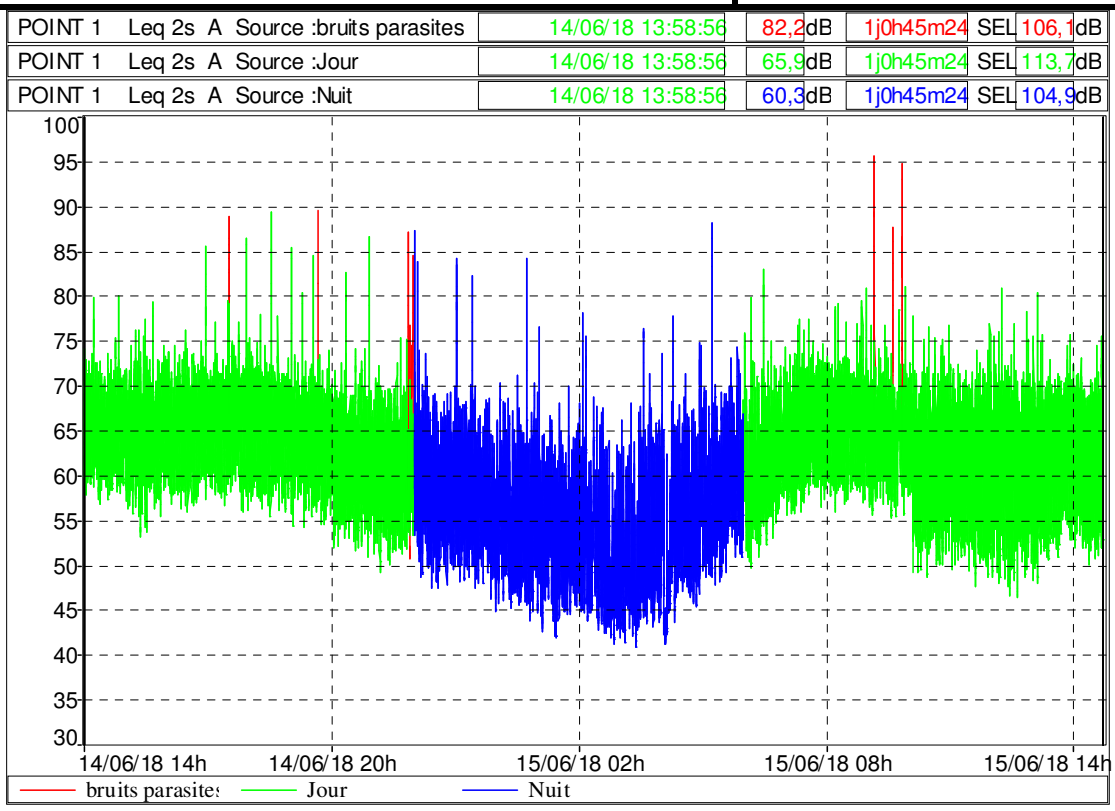
15.1 Fiches de mesure acoustique dans l'environnement

POINT DE MESURE	**LD1**
DUREE	24 heures
DEBUT	14/06/2018 à 14h00
SITUATION	2 m en avant de la façade Nord-Est Hauteur = 15 m

SOURCE DE BRUIT PRINCIPALE	Quai Jacques Anquetil
DISTANCE MESURE/SOURCE	Distance à la voie = 19 m
TYPE DE BATI	Appartement (5ème étage)
RESIDANT/PROPRIETAIRE	Madame LEMESLE
ADRESSE	Quai Anquetil – 76000 ROUEN



DOC DE REFERENCE : NORME NFS 31-085



Evolution temporelle et résultat de mesure

	JOUR 6h-22h	NUIT 22h-6h
LAeq brut mesuré en dB(A)	65,9	59,0

Recalage des niveaux sonores sur le trafic moyen journalier 2017

	JOUR 6h-22h	NUIT 22h-6h
LAeq recalé en dB(A)	65,1	58,1

Des comptages routiers, réalisés pendant la mesure, ont permis d'associer le trafic routier correspondant aux niveaux sonores mesurés.

Ces niveaux sonores sont recalculés en leur associant le trafic routier annuel.

Conditions météorologiques et influence sur les niveaux sonores

Données moyennes	JOUR	NUIT
Vent	Vent moyen du Nord-Est	Vent nul
Couverture nuageuse	Ciel nuageux	Ciel nuageux
Humidité	Surface sèche	Surface sèche
Dénomination	U4T2	U3T4
Conditions de propagation du son	Conditions homogènes	Conditions favorables
Influence sur les niveaux sonores	La météo n'a pas d'influence sur les niveaux sonores du fait de la distance de l'habitation à la route inférieure à 100m	

Tests de validation

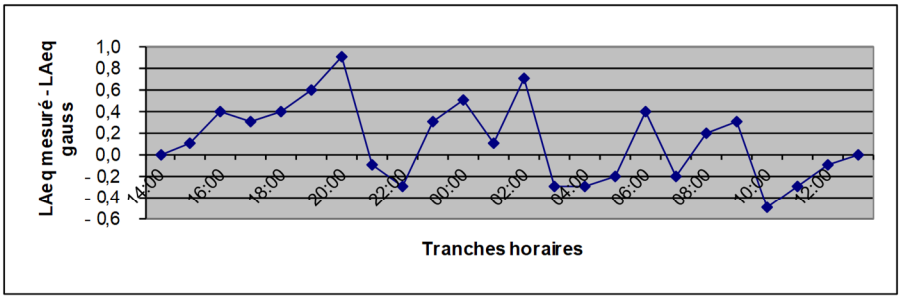
POINT DE MESURE : LD1
TEST DE VALIDATION N°1
Vérification de la nature "gaussienne" du bruit dû au trafic / Cohérence entre les niveaux LAeq mesuré et LAeq gauss (indices statistiques) **Objectif : LAeq mesuré - LAeq gauss <=1 dB(A)**

note : dans le cas où l'objectif n'est pas atteint, la mesure doit être retraitée (ex : enlèvement d'un bruit parasite)

zone dégagée (LAeq gauss = L50 + 0,07(L10-L50)²)

	Jour 6h-22h	Nuit 22h-6h	6h-18h	18h-22h
L_{Aeq} (dB(A))	65,9	59,0	66,0	65,7

date et heure	LAeq mesuré	L50	L10	LAeq gauss	**LAeq mesuré-LAeq gauss**	validité 1=oui / 0=non
14/06/2018 14:00	66,3	64,5	69,5	66,3	**0,0**	1
14/06/2018 15:00	66,2	64,3	69,4	66,1	**0,1**	1
14/06/2018 16:00	67,3	65,5	69,9	66,9	**0,4**	1
14/06/2018 17:00	68,0	66,6	70,5	67,7	**0,3**	1
14/06/2018 18:00	67,6	66,2	70,0	67,2	**0,4**	1
14/06/2018 19:00	66,3	64,5	68,7	65,7	**0,6**	1
14/06/2018 20:00	64,8	61,7	67,3	63,9	**0,9**	1
14/06/2018 21:00	62,5	59,8	66,1	62,6	**-0,1**	1
14/06/2018 22:00	60,7	57,7	64,6	61,0	**-0,3**	1
14/06/2018 23:00	60,4	56,7	63,7	60,1	**0,3**	1
15/06/2018 00:00	59,1	54,3	62,1	58,6	**0,5**	1
15/06/2018 01:00	56,9	53,3	60,4	56,8	**0,1**	1
15/06/2018 02:00	56,6	49,7	59,1	55,9	**0,7**	1
15/06/2018 03:00	56,6	49,6	59,8	56,9	**-0,3**	1
15/06/2018 04:00	58,6	53,0	62,2	58,9	**-0,3**	1
15/06/2018 05:00	60,7	57,0	64,5	60,9	**-0,2**	1
15/06/2018 06:00	64,0	60,2	67,2	63,6	**0,4**	1
15/06/2018 07:00	66,6	64,1	70,3	66,8	**-0,2**	1
15/06/2018 08:00	67,4	65,5	70,5	67,3	**0,2**	1
15/06/2018 09:00	66,3	64,1	69,3	66,0	**0,3**	1
15/06/2018 10:00	64,5	60,6	68,5	65,0	**-0,5**	1
15/06/2018 11:00	64,0	60,8	67,9	64,3	**-0,3**	1
15/06/2018 12:00	64,4	61,2	68,1	64,5	**-0,1**	1
15/06/2018 13:00	64,2	61,4	67,7	64,2	**0,0**	1



Observations

Le niveau sonore mesuré vérifie la nature gaussienne du bruit dû au trafic.

POINT DE MESURE : LD1

TEST DE VALIDATION N°2

Cohérence entre L_{Aeq} et le trafic

Objectif: | LAeq mesuré - LAeq calculé | <= 3 dB(A)

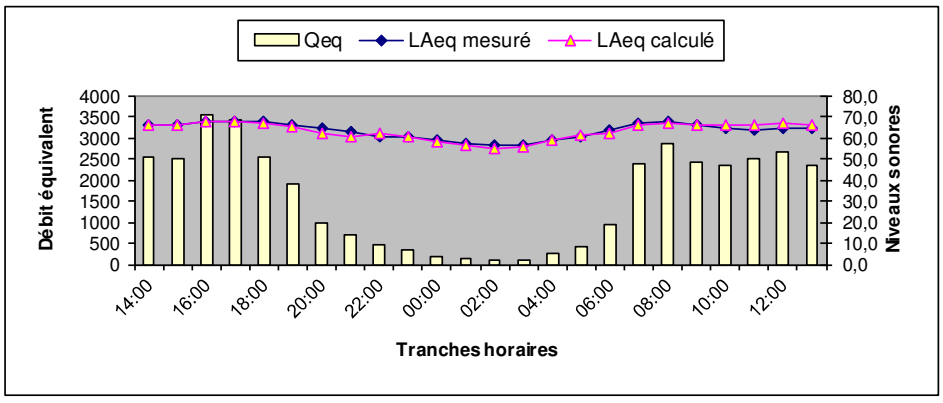
données de référence	TMJ	%PL	TV global	%PL	VL/h	PL/h	Vitesse	E	Qeq/h	LAeq
JOUR	23492	8,9	22026	9,1	1251	126	67,6	8,2	2286	65,9
NUIT			1466	5,3	174	10	67,1	8,3	254	59,0

Cv	20
rampe (%)	2

$$L_{Aeq,calculé(i)} = L_{Aeq,ref} + 10\log\left(\frac{Q_{eq}(i)}{Q_{eq,ref}}\right) + C_v \log\left(\frac{V_m(i)}{V_{m,ref}}\right)$$

rq : la pente est définie sur une portion de la route située en face du LD

date et heure	LAeq mesuré	VL	PL	TV	%PL	Vitesse	E	Qeq	LAeq calculé	**| LAeq mesuré - LAeq calculé |**	validité 1=oui / 0=non
14/06/2018 14:00	66,3	1200	164	1364	12,0	67,4	8,3	2555	66,4	**0,1**	1
14/06/2018 15:00	66,2	1196	161	1357	11,9	67,8	8,2	2520	66,4	**0,2**	1
14/06/2018 16:00	67,3	1935	195	2130	9,2	68,4	8,2	3527	67,9	**0,6**	1
14/06/2018 17:00	68,0	2078	163	2241	7,3	68,7	8,1	3403	67,8	**0,2**	1
14/06/2018 18:00	67,6	1826	88	1914	4,6	68,1	8,2	2547	66,5	**1,1**	1
14/06/2018 19:00	66,3	1314	73	1387	5,3	67,7	8,2	1915	65,2	**1,1**	1
14/06/2018 20:00	64,8	679	39	718	5,4	67,7	8,2	1000	62,3	**2,5**	1
14/06/2018 21:00	62,5	529	21	550	3,8	67,1	8,3	703	60,7	**1,8**	1
14/06/2018 22:00	60,7	358	14	372	3,8	67,5	8,3	474	61,8	**1,1**	1
14/06/2018 23:00	60,4	291	8	299	2,7	66,6	8,3	358	60,4	**0,0**	1
15/06/2018 00:00	59,1	167	3	170	1,8	67,3	8,3	192	57,8	**1,3**	1
15/06/2018 01:00	56,9	111	4	115	3,5	67,7	8,2	144	56,6	**0,3**	1
15/06/2018 02:00	56,6	82	2	84	2,4	68,5	8,1	98	55,1	**1,5**	1
15/06/2018 03:00	56,6	64	6	70	8,6	69,2	8,1	112	55,8	**0,8**	1
15/06/2018 04:00	58,6	101	17	118	14,4	66,5	8,4	243	58,7	**0,1**	1
15/06/2018 05:00	60,7	214	24	238	10,1	65,5	8,4	417	61,0	**0,3**	1
15/06/2018 06:00	64,0	419	62	481	12,9	66,3	8,4	938	61,9	**2,1**	1
15/06/2018 07:00	66,6	1198	140	1338	10,5	66,8	8,3	2363	66,0	**0,6**	1
15/06/2018 08:00	67,4	1519	161	1680	9,6	66,8	8,3	2858	66,8	**0,6**	1
15/06/2018 09:00	66,3	1089	160	1249	12,8	66,7	8,3	2422	66,1	**0,2**	1
15/06/2018 10:00	64,5	953	166	1119	14,8	66,9	8,3	2333	65,9	**1,4**	1
15/06/2018 11:00	64,0	1231	153	1384	11,1	67,5	8,3	2494	66,3	**2,3**	1
15/06/2018 12:00	64,4	1560	135	1695	8,0	67,3	8,3	2677	66,6	**2,2**	1
15/06/2018 13:00	64,2	1292	127	1419	8,9	67,8	8,2	2336	66,0	**1,8**	1



Observations

Le niveau mesuré correspond bien au trafic routier durant la mesure.

Recalage du niveau sonore sur le trafic annuel à partir des comptages routiers

POINT DE MESURE : LD1

recalage du niveau sonore sur le trafic annuel, à partir des comptages

PENTE
2

rq : la pente est définie sur la portion de la route responsable du bruit en ce point (souvent située en face du LD)

LAeq,recalé = LAeq,mes + 10log(Qeq,ref/Qeq,mes) + 20log(Vref/Vmes)

Qeq=QVL+E QPL

Période Diurne (6h00 - 22h00)

Résultats des comptages				*Données du trafic moyen (TMJA)*			
nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E	nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E
20018	2008	67,4	8,3	16120	1517	70	8,0

Qeq,mes (veh/h)	*Qeq,ref (veh/h)*
2287	1766

recalage (dB(A))
-0,80

Période Nocturne (22h00 - 6h00)

Résultats des comptages				*Données du trafic moyen (TMJA)*			
nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E	nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E
1388	78	67,4	8,3	1039	61	70,0	8,0

Qeq,mes (veh/h)	*Qeq,ref (veh/h)*
254	191

recalage (dB(A))
-0,91

NIVEAUX SONORES

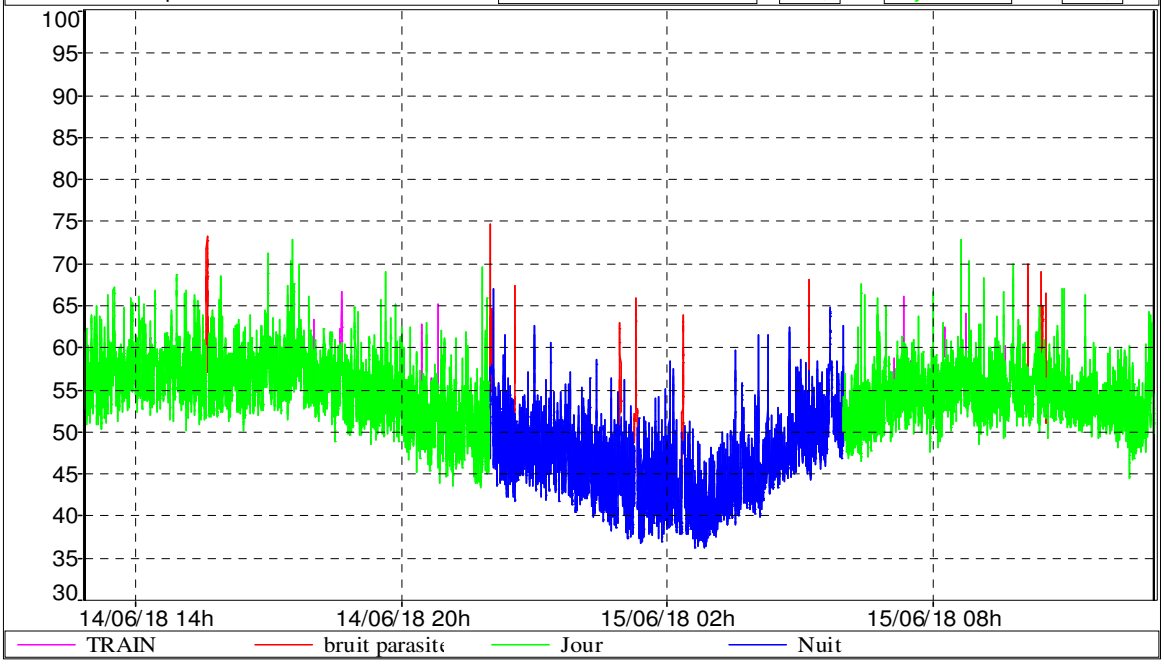
	LAeq, 6h-22h	LAeq, 22h-6h
mesure	65,9	59,0
recalage	65,1	58,1

POINT DE MESURE	**LD2**
DUREE	24 heures
DEBUT	14/06/2018 à 13h00
SITUATION	2 m en avant de la façade Sud-Ouest Hauteur = 6 m

SOURCE DE BRUIT PRINCIPALE	Quai Jacques Anquetil – voie ferrée FRET
DISTANCE MESURE/SOURCE	Distance à la voie = 165 m
TYPE DE BATI	Appartement (2ème étage)
RESIDANT/PROPRIETAIRE	Madame LEJEUNE
ADRESSE	63 Avenue Chastellain – 76000 ROUEN

DOC DE REFERENCE : NORME NFS 31-085

POINT 2	Leq 2s A Source :TRAIN	14/06/18 12:51:13	60,5dB	1j0h09m52	SEL	86,4dB
POINT 2	Leq 2s A Source :bruit parasite		61,7dB	1j0h09m52	SEL	91,7dB
POINT 2	Leq 2s A Source :Nuit	14/06/18 12:51:13	48,6dB	1j0h09m52	SEL	93,1dB
POINT 2	Leq 2s A Source :Jour	14/06/18 12:51:13	56,3dB	1j0h09m52	SEL	103,9dB



Evolution temporelle et résultat de mesure

	JOUR 6h-22h	NUIT 22h-6h
LAeq brut mesuré en dB(A)	56,6	48,6

Recalage des niveaux sonores sur le trafic moyen journalier 2017

	JOUR 6h-22h	NUIT 22h-6h
LAeq recalé en dB(A)	55,8	47,6

Des comptages routiers, réalisés pendant la mesure, ont permis d'associer le trafic routier correspondant aux niveaux sonores mesurés.

Ces niveaux sonores sont recalculés en leur associant le trafic routier annuel.

Conditions météorologiques et influence sur les niveaux sonores

Données moyennes	JOUR	NUIT
Vent	Vent moyen du Nord-Est	Vent nul
Couverture nuageuse	Ciel nuageux	Ciel nuageux
Humidité	Surface sèche	Surface sèche
Dénomination	U4T2	U3T4
Conditions de propagation du son	Conditions homogènes	Conditions favorables
Influence sur les niveaux sonores	La météo a une influence sur les niveaux sonores du fait de la distance de l'habitation à la route supérieure à 100m	

Tests de validation

POINT DE MESURE : LD2

TEST DE VALIDATION N°1

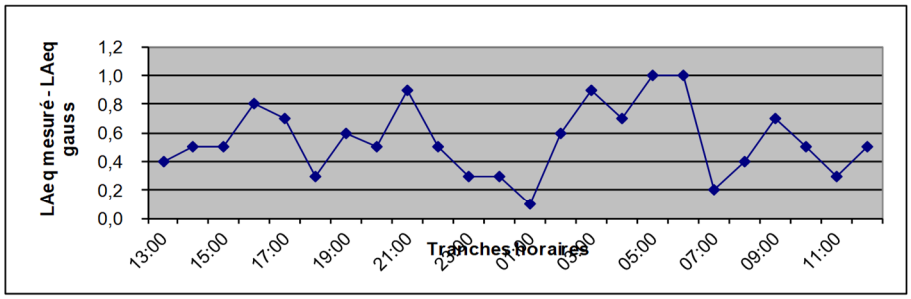
Vérification de la nature "gaussienne" du bruit dû au trafic / Cohérence entre les niveaux LAeq mesuré et LAeq gauss (indices statistiques)
Objectif : LAeq mesuré - LAeq gauss <=1 dB(A)

note : dans le cas où l'objectif n'est pas atteint, la mesure doit être retraitée (ex : enlèvement d'un bruit parasite)

zone dégagée (LAeq gauss = L50 + 0,07(L10-L50)²)

	Jour 6h-22h	Nuit 22h-6h	6h-18h	18h-22h
L_{Aeq} (dB(A))	56,6	48,6	57,1	54,9

date et heure	LAeq mesuré	L50	L10	LAeq gauss	**LAeq mesuré-LAeq gauss**	validité 1=oui / 0=non
14/06/2018 13:00	57,9	56,6	60,1	57,5	**0,4**	1
14/06/2018 14:00	58,6	57,2	60,8	58,1	**0,5**	1
14/06/2018 15:00	57,6	56,2	59,7	57,1	**0,5**	1
14/06/2018 16:00	58,1	56,8	59,6	57,3	**0,8**	1
14/06/2018 17:00	59,0	57,7	60,6	58,3	**0,7**	1
14/06/2018 18:00	57,0	56,0	59,1	56,7	**0,3**	1
14/06/2018 19:00	55,4	54,2	57,1	54,8	**0,6**	1
14/06/2018 20:00	53,3	51,9	55,4	52,8	**0,5**	1
14/06/2018 21:00	52,5	50,5	54,4	51,6	**0,9**	1
14/06/2018 22:00	50,1	48,4	52,5	49,6	**0,5**	1
14/06/2018 23:00	48,8	47,5	51,2	48,5	**0,3**	1
15/06/2018 00:00	46,7	44,7	49,6	46,4	**0,3**	1
15/06/2018 01:00	44,6	42,5	47,8	44,5	**0,1**	1
15/06/2018 02:00	43,4	40,6	46,2	42,8	**0,6**	1
15/06/2018 03:00	45,1	42,7	47,4	44,2	**0,9**	1
15/06/2018 04:00	48,2	46,4	50,4	47,5	**0,7**	1
15/06/2018 05:00	53,0	50,6	55,1	52,0	**1,0**	1
15/06/2018 06:00	54,0	51,9	55,9	53,0	**1,0**	1
15/06/2018 07:00	55,3	54,6	57,3	55,1	**0,2**	1
15/06/2018 08:00	56,6	55,8	58,3	56,2	**0,4**	1
15/06/2018 09:00	56,0	54,6	57,8	55,3	**0,7**	1
15/06/2018 10:00	55,7	54,6	57,6	55,2	**0,5**	1
15/06/2018 11:00	53,5	52,9	54,9	53,2	**0,3**	0
15/06/2018 12:00	54,0	52,4	56,3	53,5	**0,5**	0



Observations

Le niveau sonore mesuré vérifie la nature gaussienne du bruit dû au trafic.

POINT DE MESURE : LD2

TEST DE VALIDATION N°2

Cohérence entre L_{Aeq} et le trafic

Objectif: | LAeq mesuré - LAeq calculé | <= 3 dB(A)

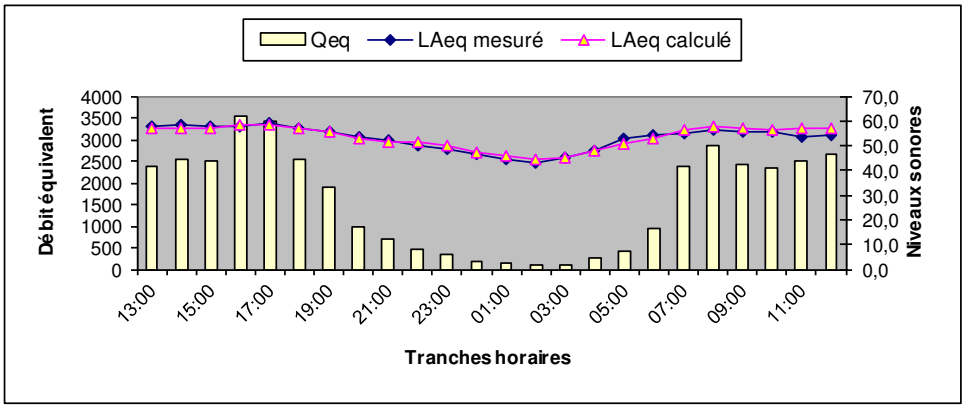
données de référence	TMJ	%PL	TV global	%PL	VL/h	PL/h	Vitesse	E	Qeq/h	LAeq
JOUR	23512	8,9	22046	9,1	1252	126	67,6	8,2	2289	56,6
NUIT			1466	5,3	174	10	67,1	8,3	254	48,6

Cv	20
rampe (%)	2

$$L_{Aeq,calculé(i)} = L_{Aeq,ref} + 10\log\left(\frac{Q_{eq}(i)}{Q_{eq,ref}}\right) + C_v \log\left(\frac{V_m(i)}{V_{m,ref}}\right)$$

rq : la pente est définie sur une portion de la route située en face du LD

date et heure	LAeq mesuré	VL	PL	TV	%PL	Vitesse	E	Qeq	LAeq calculé	| LAeq mesuré - LAeq calculé |	validité 1=oui / 0=non
14/06/2018 13:00	57,9	1307	132	1439	9,2	67,7	8,2	2393	56,8	**1,1**	1
14/06/2018 14:00	58,6	1200	164	1364	12,0	67,4	8,3	2555	57,1	**1,5**	1
14/06/2018 15:00	57,6	1196	161	1357	11,9	67,8	8,2	2520	57,1	**0,5**	1
14/06/2018 16:00	58,1	1935	195	2130	9,2	68,4	8,2	3527	58,6	**0,5**	1
14/06/2018 17:00	59,0	2078	163	2241	7,3	68,7	8,1	3403	58,5	**0,5**	1
14/06/2018 18:00	57,0	1826	88	1914	4,6	68,1	8,2	2547	57,1	**0,1**	1
14/06/2018 19:00	55,4	1314	73	1387	5,3	67,7	8,2	1915	55,9	**0,5**	1
14/06/2018 20:00	53,3	679	39	718	5,4	67,7	8,2	1000	53,0	**0,3**	1
14/06/2018 21:00	52,5	529	21	550	3,8	67,1	8,3	703	51,4	**1,1**	1
14/06/2018 22:00	50,1	358	14	372	3,8	67,5	8,3	474	51,3	**1,2**	1
14/06/2018 23:00	48,8	291	8	299	2,7	66,6	8,3	358	50,0	**1,2**	1
15/06/2018 00:00	46,7	167	3	170	1,8	67,3	8,3	192	47,4	**0,7**	1
15/06/2018 01:00	44,6	111	4	115	3,5	67,7	8,2	144	46,2	**1,6**	1
15/06/2018 02:00	43,4	82	2	84	2,4	68,5	8,1	98	44,6	**1,2**	1
15/06/2018 03:00	45,1	64	6	70	8,6	69,2	8,1	112	45,3	**0,2**	1
15/06/2018 04:00	48,2	101	17	118	14,4	66,5	8,4	243	48,3	**0,1**	1
15/06/2018 05:00	53,0	214	24	238	10,1	65,5	8,4	417	50,5	**2,5**	1
15/06/2018 06:00	54,0	419	62	481	12,9	66,3	8,4	938	52,6	**1,4**	1
15/06/2018 07:00	55,3	1198	140	1338	10,5	66,8	8,3	2363	56,6	**1,3**	1
15/06/2018 08:00	56,6	1519	161	1680	9,6	66,8	8,3	2858	57,5	**0,9**	1
15/06/2018 09:00	56,0	1089	160	1249	12,8	66,7	8,3	2422	56,7	**0,7**	1
15/06/2018 10:00	55,7	953	166	1119	14,8	66,9	8,3	2333	56,6	**0,9**	1
15/06/2018 11:00	53,5	1231	153	1384	11,1	67,5	8,3	2494	57,0	**3,5**	0
15/06/2018 12:00	54,0	1560	135	1695	8,0	67,3	8,3	2677	57,2	**3,2**	0



Observations

Le niveau mesuré correspond bien au trafic routier durant la mesure à l'exception du créneau 11-13h du 16 juin 2018.

Recalage du niveau sonore sur le trafic annuel à partir des comptages routiers

POINT DE MESURE : LD2

recalage du niveau sonore sur le trafic annuel, à partir des comptages

PENTE
2

rq : la pente est définie sur la portion de la route responsable du bruit en ce point (souvent située en face du LD)

LAeq,recalé = LAeq,mes + 10log(Qeq,ref/Qeq,mes) + 20log(Vref/Vmes)

Qeq=QVL+E QPL

Période Diurne (6h00 - 22h00)

Résultats des comptages				*Données du trafic moyen (TMJA)*			
nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E	nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E
20033	2013	67,4	8,3	16120	1517	70	8,0

Qeq,mes (veh/h)	*Qeq,ref (veh/h)*
2291	1766

recalage (dB(A))
-0,80

Période Nocturne (22h00 - 6h00)

Résultats des comptages				*Données du trafic moyen (TMJA)*			
nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E	nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E
1388	78	67,4	8,3	1039	61	70,0	8,0

Qeq,mes (veh/h)	*Qeq,ref (veh/h)*
254	191

recalage (dB(A))
-0,91

NIVEAUX SONORES

	LAeq, 6h-22h	LAeq, 22h-6h
mesure	56,6	48,6
recalage	55,8	47,6

Recalage du niveau sonore sur le trafic annuel à partir du trafic ferroviaire

RECALAGE LD / TRAFIC

LD	2

		JOUR	NUIT	
MESURE	LAeq(fer)	38,8	0,0	dB(A)
	Nbre total de trains	16	0	h
	Vitesse	40,0	0,0	h

		JOUR	NUIT	
REFERENCE	Nbre total de trains	20	2	h
	Vitesse	40,0	140,0	h

	JOUR	NUIT	
LAeq(fer) recalé	40,0	-	dB(A)

TEST DE VALIDATION

d2 = LAeq(fer) recalé - LAeq(fer)

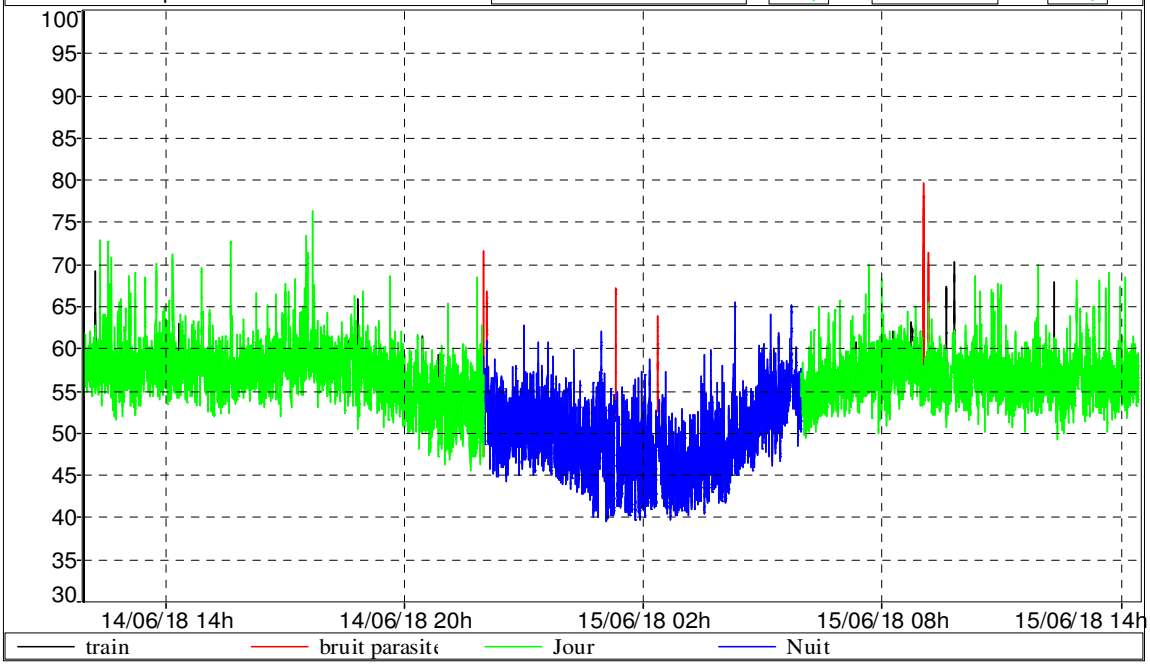
	JOUR	NUIT			
				d2 <= 3	OK
				3 < d2 <= 5	OK mais commentaires
d2	1,2	-	dB(A)	d2 > 5	non valide

POINT DE MESURE	**LD3**
DUREE	24 heures
DEBUT	14/06/2018 à 14h00
SITUATION	2 m en avant de la façade Sud-Ouest Hauteur = 6 m

SOURCE DE BRUIT PRINCIPALE	Quai Jacques Anquetil – voie ferrée FRET
DISTANCE MESURE/SOURCE	Distance à la voie = 165 m
TYPE DE BATI	Appartement (6ème étage)
RESIDANT/PROPRIETAIRE	Monsieur DESLANDES
ADRESSE	Rue Sainte Adelaïde – 76000 ROUEN

DOC DE REFERENCE : NORME NFS 31-085

POINT 3 Leq 2s A Source :train	14/06/18 11:56:27		dB	0h00m02	SEL	dB
POINT 3 Leq 2s A Source :bruit parasite			dB	0h00m02	SEL	dB
POINT 3 Leq 2s A Source :Nuit	14/06/18 11:56:27		dB	0h00m02	SEL	dB
POINT 3 Leq 2s A Source :Jour	14/06/18 11:56:27	54,3	dB	0h00m02	SEL	57,3 dB



Evolution temporelle et résultat de mesure

	JOUR 6h-22h	NUIT 22h-6h
LAeq brut mesuré en dB(A)	57,8	51,2

Recalage des niveaux sonores sur le trafic moyen journalier 2017

	JOUR 6h-22h	NUIT 22h-6h
LAeq recalé en dB(A)	57,0	50,3

Des comptages routiers, réalisés pendant la mesure, ont permis d'associer le trafic routier correspondant aux niveaux sonores mesurés.

Ces niveaux sonores sont recalculés en leur associant le trafic routier annuel.

Conditions météorologiques et influence sur les niveaux sonores

Données moyennes	JOUR	NUIT
Vent	Vent moyen du Nord-Est	Vent nul
Couverture nuageuse	Ciel nuageux	Ciel nuageux
Humidité	Surface sèche	Surface sèche
Dénomination	U4T2	U3T4
Conditions de propagation du son	Conditions homogènes	Conditions favorables
Influence sur les niveaux sonores	La météo a une influence sur les niveaux sonores du fait de la distance de l'habitation à la route supérieure à 100m	

Tests de validation

POINT DE MESURE : LD3

TEST DE VALIDATION N°1

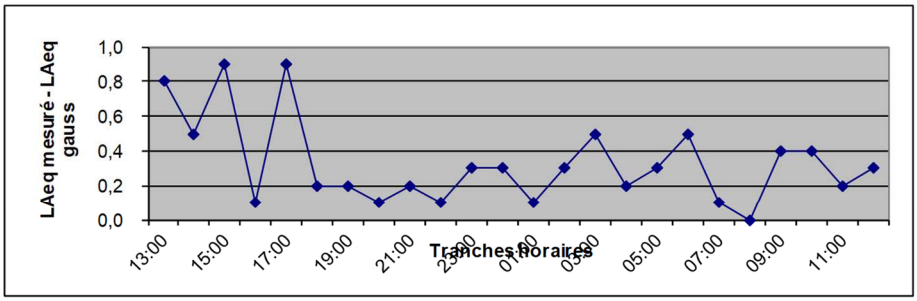
Vérification de la nature "gaussienne" du bruit dû au trafic / Cohérence entre les niveaux LAeq mesuré et LAeq gauss (indices statistiques)
Objectif : LAeq mesuré - LAeq gauss <=1 dB(A)

note : dans le cas où l'objectif n'est pas atteint, la mesure doit être retraitée (ex : enlèvement d'un bruit parasite)

zone dégagée (LAeq gauss = L50 + 0,07(L10-L50)²)

	Jour 6h-22h	Nuit 22h-6h	6h-18h	18h-22h
L_{Aeq} (dB(A))	57,8	51,2	58,1	56,7

date et heure	LAeq mesuré	L50	L10	LAeq gauss	**LAeq mesuré-LAeq gauss**	validité 1=oui / 0=non
14/06/2018 13:00	59,0	57,7	60,4	58,2	**0,8**	1
14/06/2018 14:00	58,9	57,8	60,8	58,4	**0,5**	1
14/06/2018 15:00	58,2	56,9	59,4	57,3	**0,9**	1
14/06/2018 16:00	58,4	58,0	60,0	58,3	**0,1**	1
14/06/2018 17:00	60,3	58,8	61,8	59,4	**0,9**	1
14/06/2018 18:00	58,7	58,1	60,4	58,5	**0,2**	1
14/06/2018 19:00	57,2	56,6	59,1	57,0	**0,2**	1
14/06/2018 20:00	55,0	54,3	57,3	54,9	**0,1**	1
14/06/2018 21:00	54,4	53,2	56,9	54,2	**0,2**	1
14/06/2018 22:00	52,0	51,0	54,6	51,9	**0,1**	1
14/06/2018 23:00	51,7	50,3	54,3	51,4	**0,3**	1
15/06/2018 00:00	50,3	48,4	53,2	50,0	**0,3**	1
15/06/2018 01:00	48,2	46,4	51,4	48,2	**0,1**	1
15/06/2018 02:00	47,2	44,9	50,3	46,9	**0,3**	1
15/06/2018 03:00	48,1	46,0	50,8	47,6	**0,5**	1
15/06/2018 04:00	51,3	49,7	54,2	51,1	**0,2**	1
15/06/2018 05:00	55,1	54,0	57,3	54,8	**0,3**	1
15/06/2018 06:00	56,1	55,0	57,9	55,6	**0,5**	1
15/06/2018 07:00	57,6	57,2	59,3	57,5	**0,1**	1
15/06/2018 08:00	58,5	58,2	60,2	58,5	**0,0**	1
15/06/2018 09:00	57,4	56,6	59,1	57,0	**0,4**	1
15/06/2018 10:00	57,7	56,8	59,5	57,3	**0,4**	1
15/06/2018 11:00	56,6	56,1	58,1	56,4	**0,2**	1
15/06/2018 12:00	57,3	56,6	59,1	57,0	**0,3**	1



Observations

Le niveau sonore mesuré vérifie la nature gaussienne du bruit dû au trafic.

POINT DE MESURE : LD3

TEST DE VALIDATION N°2

Cohérence entre L_{Aeq} et le trafic

Objectif: | LAeq mesuré - LAeq calculé | <= 3 dB(A)

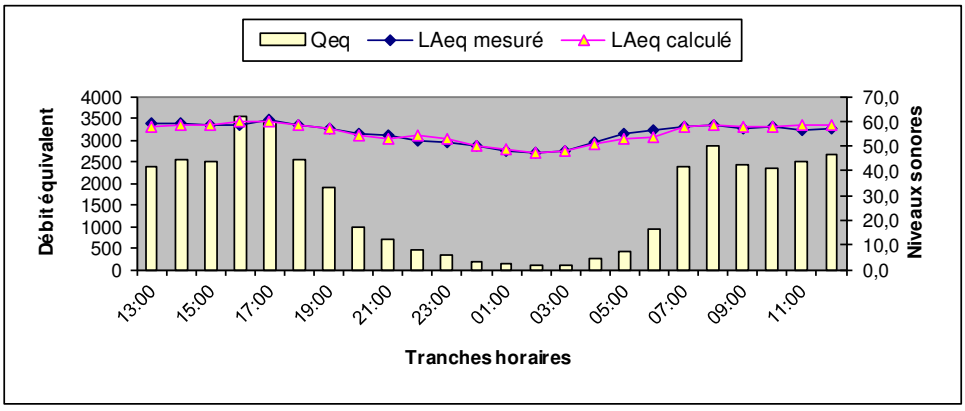
données de référence	TMJ	%PL	TV global	%PL	VL/h	PL/h	Vitesse	E	Qeq/h	LAeq		Cv	20
JOUR	23512	8,9	22046	9,1	1252	126	67,6	8,2	2289	57,8			
NUIT			1466	5,3	174	10	67,1	8,3	254	51,2			

$$L_{Aeq,calculé(i)} = L_{Aeq,ref} + 10\log\left(\frac{Q_{eq}(i)}{Q_{eq,ref}}\right) + C_v \log\left(\frac{V_m(i)}{V_{m,ref}}\right)$$

rq : la pente est définie sur une portion de la route située en face du LD

rampe (%)	2

date et heure	LAeq mesuré	VL	PL	TV	%PL	Vitesse	E	Qeq	LAeq calculé	**| LAeq mesuré - LAeq calculé |**	validité 1=oui / 0=non
14/06/2018 13:00	59,0	1307	132	1439	9,2	67,7	8,2	2393	58,0	**1,0**	1
14/06/2018 14:00	58,9	1200	164	1364	12,0	67,4	8,3	2555	58,3	**0,6**	1
14/06/2018 15:00	58,2	1196	161	1357	11,9	67,8	8,2	2520	58,3	**0,1**	1
14/06/2018 16:00	58,4	1935	195	2130	9,2	68,4	8,2	3527	59,8	**1,4**	1
14/06/2018 17:00	60,3	2078	163	2241	7,3	68,7	8,1	3403	59,7	**0,6**	1
14/06/2018 18:00	58,7	1826	88	1914	4,6	68,1	8,2	2547	58,3	**0,4**	1
14/06/2018 19:00	57,2	1314	73	1387	5,3	67,7	8,2	1915	57,1	**0,1**	1
14/06/2018 20:00	55,0	679	39	718	5,4	67,7	8,2	1000	54,2	**0,8**	1
14/06/2018 21:00	54,4	529	21	550	3,8	67,1	8,3	703	52,6	**1,8**	1
14/06/2018 22:00	52,0	358	14	372	3,8	67,5	8,3	474	54,0	**2,0**	1
14/06/2018 23:00	51,7	291	8	299	2,7	66,6	8,3	358	52,6	**0,9**	1
15/06/2018 00:00	50,3	167	3	170	1,8	67,3	8,3	192	50,0	**0,3**	1
15/06/2018 01:00	48,2	111	4	115	3,5	67,7	8,2	144	48,8	**0,6**	1
15/06/2018 02:00	47,2	82	2	84	2,4	68,5	8,1	98	47,3	**0,1**	1
15/06/2018 03:00	48,1	64	6	70	8,6	69,2	8,1	112	47,9	**0,2**	1
15/06/2018 04:00	51,3	101	17	118	14,4	66,5	8,4	243	50,9	**0,4**	1
15/06/2018 05:00	55,1	214	24	238	10,1	65,5	8,4	417	53,1	**2,0**	1
15/06/2018 06:00	56,1	419	62	481	12,9	66,3	8,4	938	53,8	**2,3**	1
15/06/2018 07:00	57,6	1198	140	1338	10,5	66,8	8,3	2363	57,9	**0,3**	1
15/06/2018 08:00	58,5	1519	161	1680	9,6	66,8	8,3	2858	58,7	**0,2**	1
15/06/2018 09:00	57,4	1089	160	1249	12,8	66,7	8,3	2422	57,9	**0,5**	1
15/06/2018 10:00	57,7	953	166	1119	14,8	66,9	8,3	2333	57,8	**0,1**	1
15/06/2018 11:00	56,6	1231	153	1384	11,1	67,5	8,3	2494	58,2	**1,6**	1
15/06/2018 12:00	57,3	1560	135	1695	8,0	67,3	8,3	2677	58,5	**1,2**	1



Observations

Le niveau mesuré correspond bien au trafic routier durant la mesure.

Recalage du niveau sonore sur le trafic annuel à partir des comptages routiers

POINT DE MESURE : LD3

recalage du niveau sonore sur le trafic annuel, à partir des comptages

PENTE
2

rq : la pente est définie sur la portion de la route responsable du bruit en ce point (souvent située en face du LD)

LAeq,recalé = LAeq,mes + 10log(Qeq,ref/Qeq,mes) + 20log(Vref/Vmes)

Qeq=QVL+E QPL

Période Diurne (6h00 - 22h00)

Résultats des comptages				*Données du trafic moyen (TMJA)*			
nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E	nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E
20033	2013	67,4	8,3	16120	1517	70	8,0

Qeq,mes (veh/h)	*Qeq,ref (veh/h)*
2291	1766

recalage (dB(A))
-0,80

Période Nocturne (22h00 - 6h00)

Résultats des comptages				*Données du trafic moyen (TMJA)*			
nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E	nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E
1388	78	67,4	8,3	1039	61	70,0	8,0

Qeq,mes (veh/h)	*Qeq,ref (veh/h)*
254	191

recalage (dB(A))
-0,91

NIVEAUX SONORES

	LAeq, 6h-22h	LAeq, 22h-6h
mesure	57,8	51,2
recalage	57,0	50,3

Recalage du niveau sonore sur le trafic annuel à partir du trafic ferroviaire

RECALAGE LD / TRAFIC

LD	3

		JOUR	NUIT	
MESURE	LAeq(fer)	39,4	0,0	dB(A)
	Nbre total de trains	16	0	h
	Vitesse	40,0	0,0	h

		JOUR	NUIT	
REFERENCE	Nbre total de trains	20	2	h
	Vitesse	40,0	140,0	h

	JOUR	NUIT	
LAeq(fer) recalé	40,5	-	dB(A)

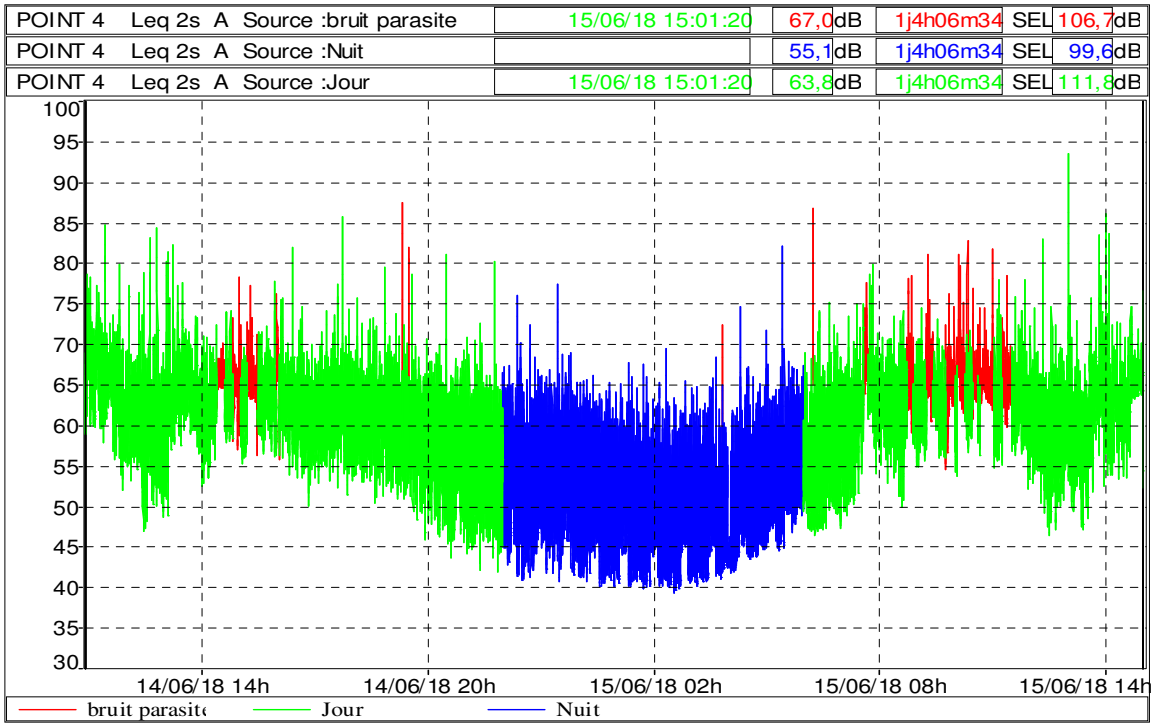
TEST DE VALIDATION

d2 = LAeq(fer) recalé - LAeq(fer)

	JOUR	NUIT			
				d2 <= 3	OK
				3 < d2 <= 5	OK mais commentaires
d2	1,1	-	dB(A)	d2 > 5	non valide

POINT DE MESURE	**LD4**
DUREE	24 heures
DEBUT	14/06/2018 à 12h00
SITUATION	2 m en avant de la façade Sud-Ouest Hauteur = 12 m
SOURCE DE BRUIT PRINCIPALE	Rue Desseaux – chantier
DISTANCE MESURE/SOURCE	Distance à la voie = 12 m
TYPE DE BATI	Etablissement de santé (4ème étage)
RESIDANT/PROPRIETAIRE	-
ADRESSE	Rue Dessaux – 76000 ROUEN

DOC DE REFERENCE : NORME NFS 31-085



Evolution temporelle et résultat de mesure

	JOUR 6h-22h	NUIT 22h-6h
LAeq brut mesuré en dB(A)	63,1	55,4

Recalage des niveaux sonores sur le trafic moyen journalier 2018

	JOUR 6h-22h	NUIT 22h-6h
LAeq recalé en dB(A)	62,2	53,7

Des comptages routiers, réalisés pendant la mesure, ont permis d'associer le trafic routier correspondant aux niveaux sonores mesurés.

Ces niveaux sonores sont recalculés en leur associant le trafic routier annuel.

Conditions météorologiques et influence sur les niveaux sonores

Données moyennes	JOUR	NUIT
Vent	Vent moyen du Nord-Est	Vent nul
Couverture nuageuse	Ciel nuageux	Ciel nuageux
Humidité	Surface sèche	Surface sèche
Dénomination	U4T2	U3T4
Conditions de propagation du son	Conditions homogènes	Conditions favorables
Influence sur les niveaux sonores	La météo n'a pas d'influence sur les niveaux sonores du fait de la distance de l'habitation à la route inférieure à 100m	

Tests de validation

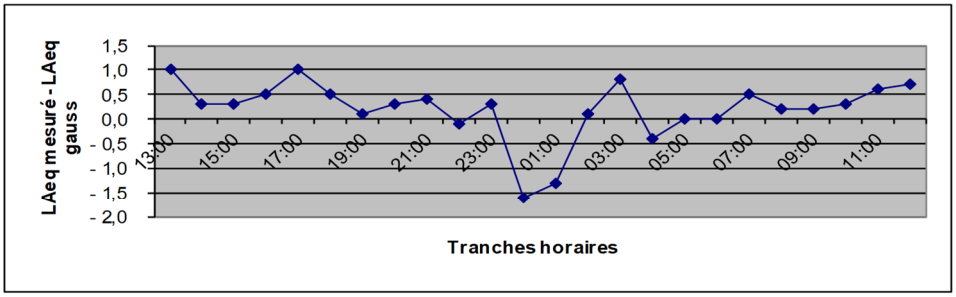
POINT DE MESURE : LD4
TEST DE VALIDATION N°1
Vérification de la nature "gaussienne" du bruit dû au trafic / Cohérence entre les niveaux LAeq mesuré et LAeq gauss (indices statistiques) **Objectif : LAeq mesuré - LAeq gauss <=1 dB(A)**

note : dans le cas où l'objectif n'est pas atteint, la mesure doit être retraitée (ex : enlèvement d'un bruit parasite)

zone dégagée (LAeq gauss = L50 + 0,07(L10-L50)²)

	Jour 6h-22h	Nuit 22h-6h	6h-18h	18h-22h
L_{Aeq} (dB(A))	63,1	55,4	63,6	61,1

date et heure	LAeq mesuré	L50	L10	LAeq gauss	**LAeq mesuré-LAeq gauss**	validité 1=oui / 0=non
14/06/2018 13:00	65,3	62,9	67,3	64,3	**1,0**	1
14/06/2018 14:00	63,7	62,0	66,5	63,4	**0,3**	1
14/06/2018 15:00	64,1	62,8	66,5	63,8	**0,3**	1
14/06/2018 16:00	63,5	61,8	65,9	63,0	**0,5**	1
14/06/2018 17:00	63,3	61,0	65,3	62,3	**1,0**	1
14/06/2018 18:00	62,8	61,0	65,3	62,3	**0,5**	1
14/06/2018 19:00	61,7	60,3	64,6	61,6	**0,1**	1
14/06/2018 20:00	60,1	57,4	63,2	59,8	**0,3**	1
14/06/2018 21:00	58,8	55,0	62,0	58,4	**0,4**	1
14/06/2018 22:00	57,3	52,3	60,8	57,4	**-0,1**	1
14/06/2018 23:00	57,3	52,7	60,5	57,0	**0,3**	1
15/06/2018 00:00	54,1	48,3	58,6	55,7	**-1,6**	1
15/06/2018 01:00	52,5	45,9	56,5	53,8	**-1,3**	1
15/06/2018 02:00	51,4	45,4	54,6	51,3	**0,1**	0
15/06/2018 03:00	51,1	44,2	53,5	50,3	**0,8**	1
15/06/2018 04:00	54,0	47,3	57,4	54,4	**-0,4**	1
15/06/2018 05:00	57,3	51,6	60,6	57,3	**0,0**	1
15/06/2018 06:00	60,2	55,9	63,7	60,2	**0,0**	1
15/06/2018 07:00	63,6	62,2	65,7	63,1	**0,5**	1
15/06/2018 08:00	63,7	62,7	66,1	63,5	**0,2**	1
15/06/2018 09:00	63,8	62,6	66,3	63,6	**0,2**	1
15/06/2018 10:00	63,4	62,2	65,7	63,1	**0,3**	1
15/06/2018 11:00	64,4	62,2	67,0	63,8	**0,6**	1
15/06/2018 12:00	62,2	60,3	64,4	61,5	**0,7**	1



Observations

Le niveau sonore mesuré vérifie la nature gaussienne du bruit dû au trafic.

POINT DE MESURE : LD4

TEST DE VALIDATION N°2

Cohérence entre L_{Aeq} et le trafic

Objectif: | LAeq mesuré - LAeq calculé | <= 3 dB(A)

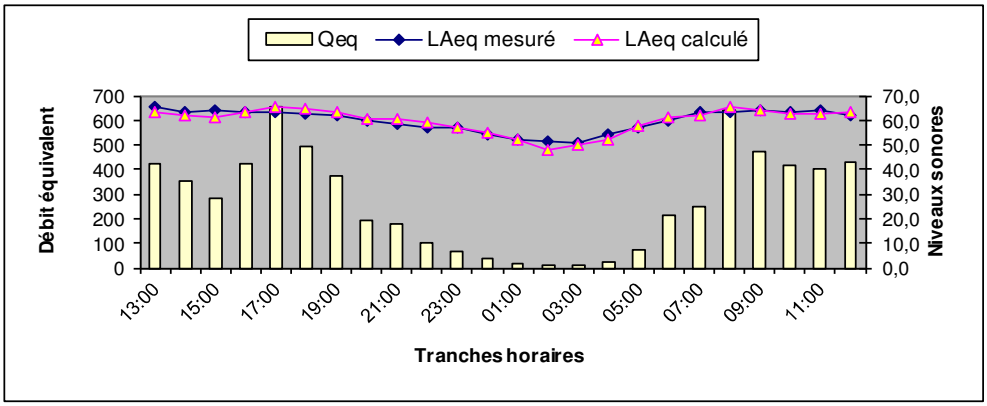
données de référence	TMJ	%PL	TV global	%PL	VL/h	PL/h	Vitesse	E	Qeq/h	LAeq
JOUR	4684	3,6	4431	3,6	267	10	29,4	12,1	388	63,1
NUIT			253	3,2	31	1	32,9	11,7	42	55,4

Cv	20
rampe (%)	2

$$L_{Aeq,calculé(i)} = L_{Aeq,ref} + 10\log\left(\frac{Q_{eq}(i)}{Q_{eq,ref}}\right) + C_v \log\left(\frac{V_m(i)}{V_{m,ref}}\right)$$

rq : la pente est définie sur une portion de la route située en face du LD

date et heure	LAeq mesuré	VL	PL	TV	%PL	Vitesse	E	Qeq	LAeq calculé	**| LAeq mesuré - LAeq calculé |**	validité 1=oui / 0=non
14/06/2018 13:00	65,3	277	12	289	4,2	30,2	12,0	421	63,7	**1,6**	1
14/06/2018 14:00	63,7	304	4	308	1,3	27,8	12,2	353	62,2	**1,5**	1
14/06/2018 15:00	64,1	282	0	282	0,0	27,8	12,2	282	61,2	**2,9**	1
14/06/2018 16:00	63,5	315	9	324	2,8	28,5	12,2	424	63,2	**0,3**	1
14/06/2018 17:00	63,3	322	28	350	8,0	30,0	12,0	658	65,6	**2,3**	1
14/06/2018 18:00	62,8	294	17	311	5,5	31,0	11,9	496	64,6	**1,8**	1
14/06/2018 19:00	61,7	253	10	263	3,8	30,0	12,0	373	63,1	**1,4**	1
14/06/2018 20:00	60,1	142	4	146	2,7	32,3	11,8	189	60,8	**0,7**	1
14/06/2018 21:00	58,8	121	5	126	4,0	32,5	11,8	180	60,6	**1,8**	1
14/06/2018 22:00	57,3	65	3	68	4,4	33,5	11,7	100	59,3	**2,0**	1
14/06/2018 23:00	57,3	68	0	68	0,0	31,8	11,8	68	57,2	**0,1**	1
15/06/2018 00:00	54,1	41	0	41	0,0	32,0	11,8	41	55,0	**0,9**	1
15/06/2018 01:00	52,5	20	0	20	0,0	32,8	11,7	20	52,1	**0,4**	1
15/06/2018 02:00	51,4	8	0	8	0,0	32,5	11,8	8	48,0	**3,4**	0
15/06/2018 03:00	51,1	9	0	9	0,0	37,6	11,2	9	49,8	**1,3**	1
15/06/2018 04:00	54,0	10	1	11	9,1	32,0	11,8	22	52,3	**1,7**	1
15/06/2018 05:00	57,3	24	4	28	14,3	34,8	11,5	70	58,1	**0,8**	1
15/06/2018 06:00	60,2	73	12	85	14,1	33,3	11,7	213	61,6	**1,4**	1
15/06/2018 07:00	63,6	224	2	226	0,9	32,0	11,8	248	61,9	**1,7**	1
15/06/2018 08:00	63,7	390	21	411	5,1	30,5	12,0	641	65,6	**1,9**	1
15/06/2018 09:00	63,8	367	9	376	2,4	29,0	12,1	476	63,9	**0,1**	1
15/06/2018 10:00	63,4	315	8	323	2,5	26,0	12,4	414	62,3	**1,1**	1
15/06/2018 11:00	64,4	316	7	323	2,2	27,3	12,3	402	62,6	**1,8**	1
15/06/2018 12:00	62,2	275	13	288	4,5	28,5	12,2	433	63,3	**1,1**	1



Observations

Le niveau mesuré correspond bien au trafic routier durant la mesure.

Recalage du niveau sonore sur le trafic annuel à partir des comptages routiers

POINT DE MESURE : LD4

recalage du niveau sonore sur le trafic annuel, à partir des comptages

PENTE
2

rq : la pente est définie sur la portion de la route responsable du bruit en ce point (souvent située en face du LD)

LAeq,recalé = LAeq,mes + 10log(Qeq,ref/Qeq,mes) + 20log(Vref/Vmes)

Qeq=QVL+E QPL

Période Diurne (6h00 - 22h00)

Résultats des comptages				*Données du trafic moyen (TMJA)*			
nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E	nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E
4270	161	29,8	12,0	2991	168	30	12,0

Qeq,mes (veh/h)	*Qeq,ref (veh/h)*
388	313

recalage (dB(A))
-0,87

Période Nocturne (22h00 - 6h00)

Résultats des comptages				*Données du trafic moyen (TMJA)*			
nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E	nbre de VL	nbre de PL	vitesse	E
245	8	33,4	11,7	225	5	30,0	12,0

Qeq,mes (veh/h)	*Qeq,ref (veh/h)*
42	36

recalage (dB(A))
-1,67

NIVEAUX SONORES

	LAeq, 6h-22h	LAeq, 22h-6h
mesure	63,1	55,4
recalage	62,2	53,7

15.2 Fiches de mesures – vibration

Point V1	Mesure habitation existante au Nord-Ouest du projet – passage d'un train	Fiche N° 1

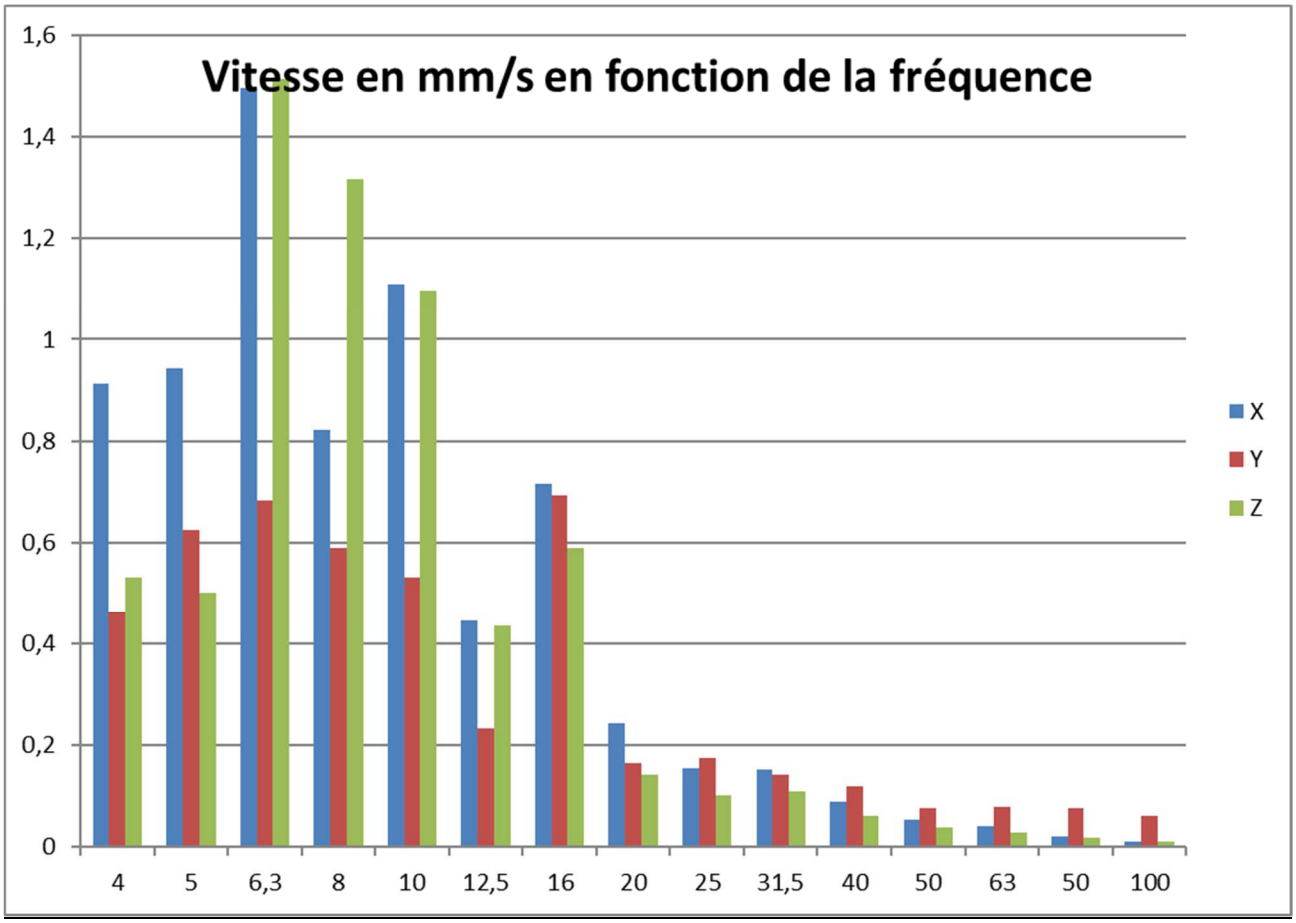
POINT DE MESURE

LOCALISATION

PARAMETRES DE MESURAGE

Appareil de mesure :	Système dB4
Période de mesurage :	Le 14/06/2018
Durée :	1 minute
Emplacement :	Au pied de l'immeuble Au sol

Spectre VIBRATOIRE des axes X, Y et Z (mm/s)



Sources de bruit / Observations

Le point V1 est faiblement impacté par les vibrations du passage de trains.

Point V1	Mesure habitation existante au Nord-Ouest du projet–hors passage d'un train	Fiche N° 2

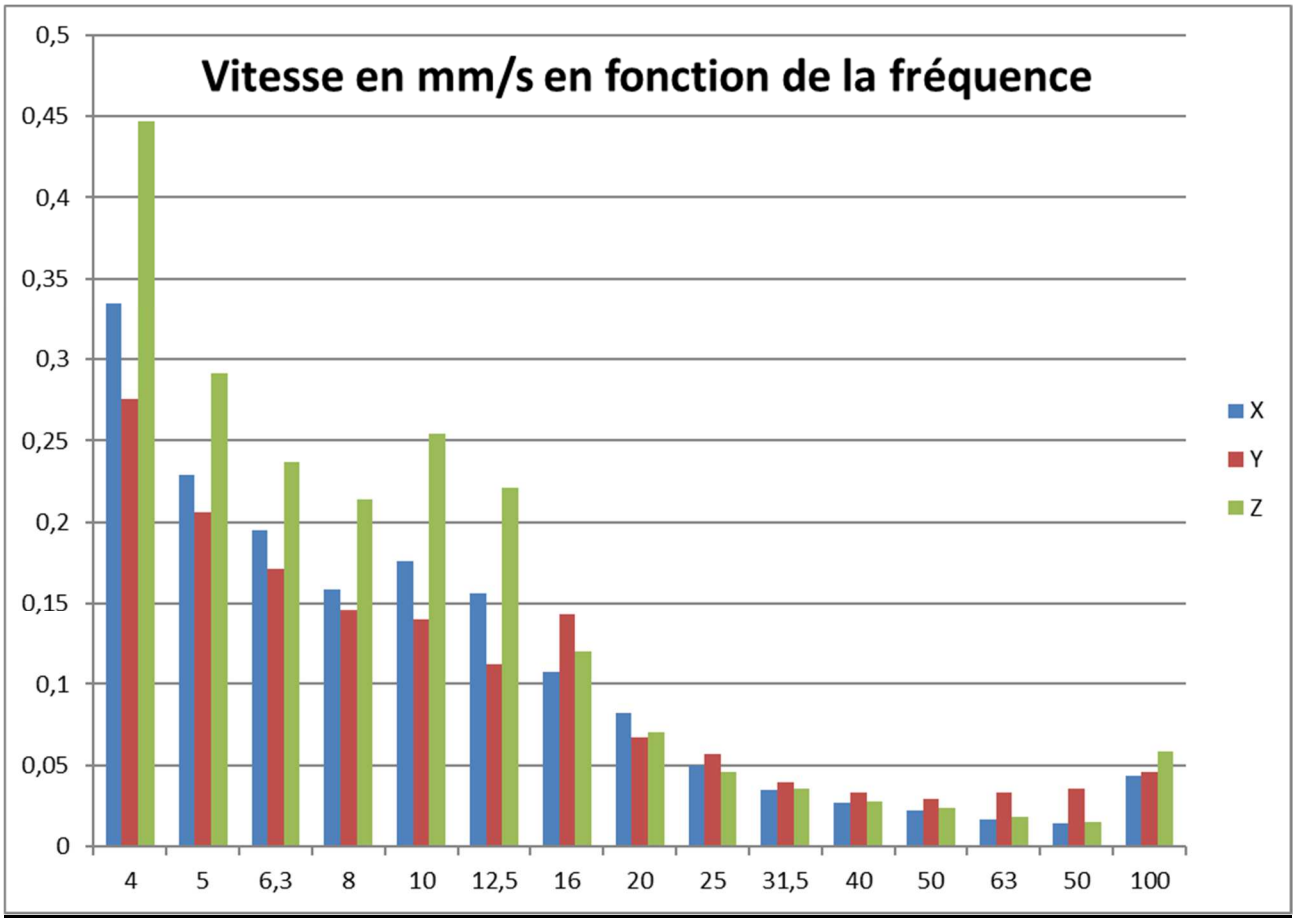
POINT DE MESURE

LOCALISATION

PARAMETRES DE MESURAGE

Appareil de mesure :	Système dB4
Période de mesurage :	Le 14/06/2018
Durée :	11 minutes
Emplacement :	Au pied de l'immeuble Au sol

Spectre VIBRATOIRE des axes X, Y et Z (mm/s)



Sources de bruit / Observations

Cette mesure présente les niveaux vibratoires résiduels.

Point V2	Mesure habitation existante au Nord-Est du projet– passage d'un train	Fiche N° 3

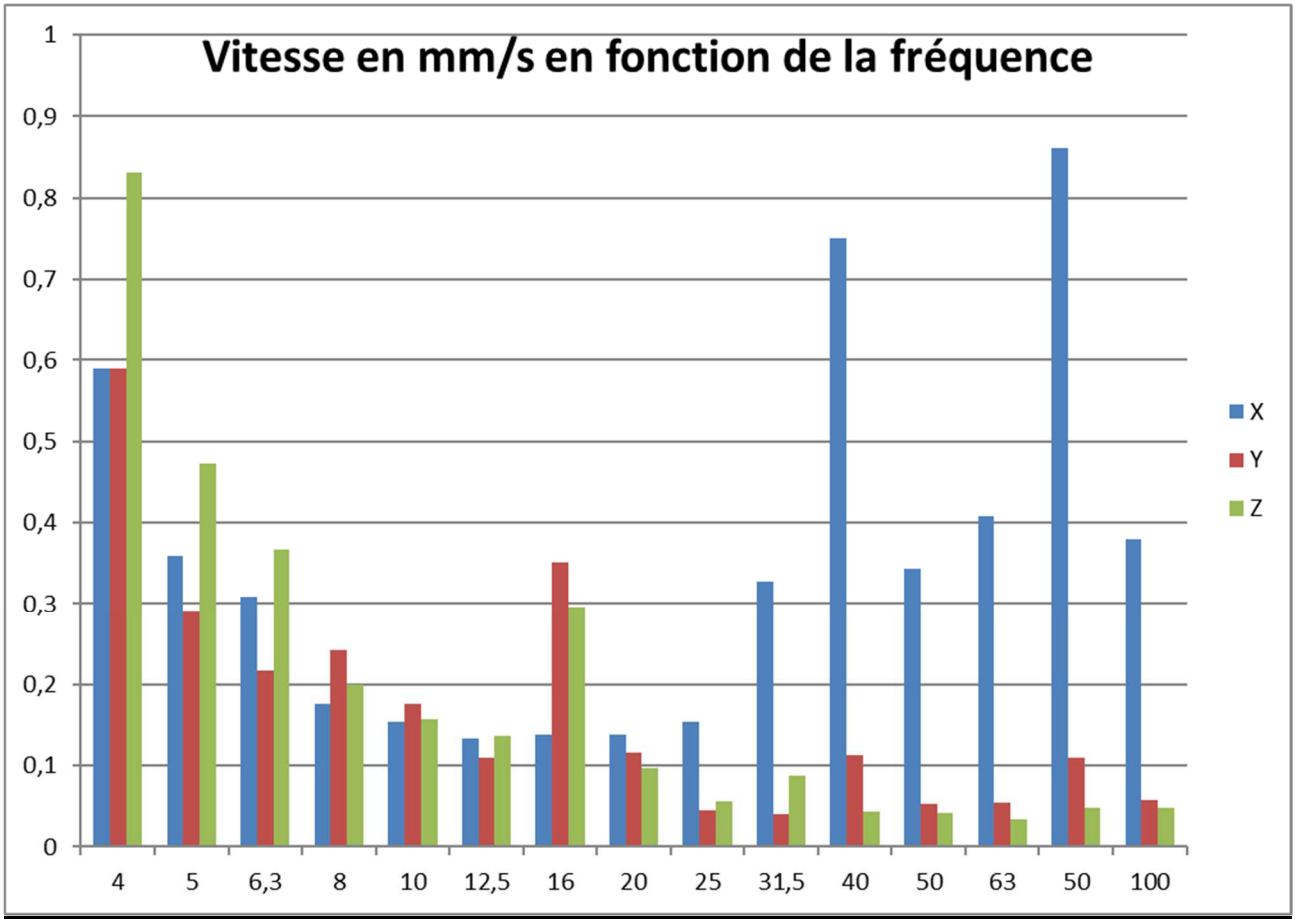
POINT DE MESURE

LOCALISATION

PARAMETRES DE MESURAGE

Appareil de mesure :	Système dB4
Période de mesurage :	Le 14/06/2018
Durée :	1 minute
Emplacement :	Au pied de l'immeuble Au sol

Spectre VIBRATOIRE des axes X, Y et Z (mm/s)



Sources de bruit / Observations

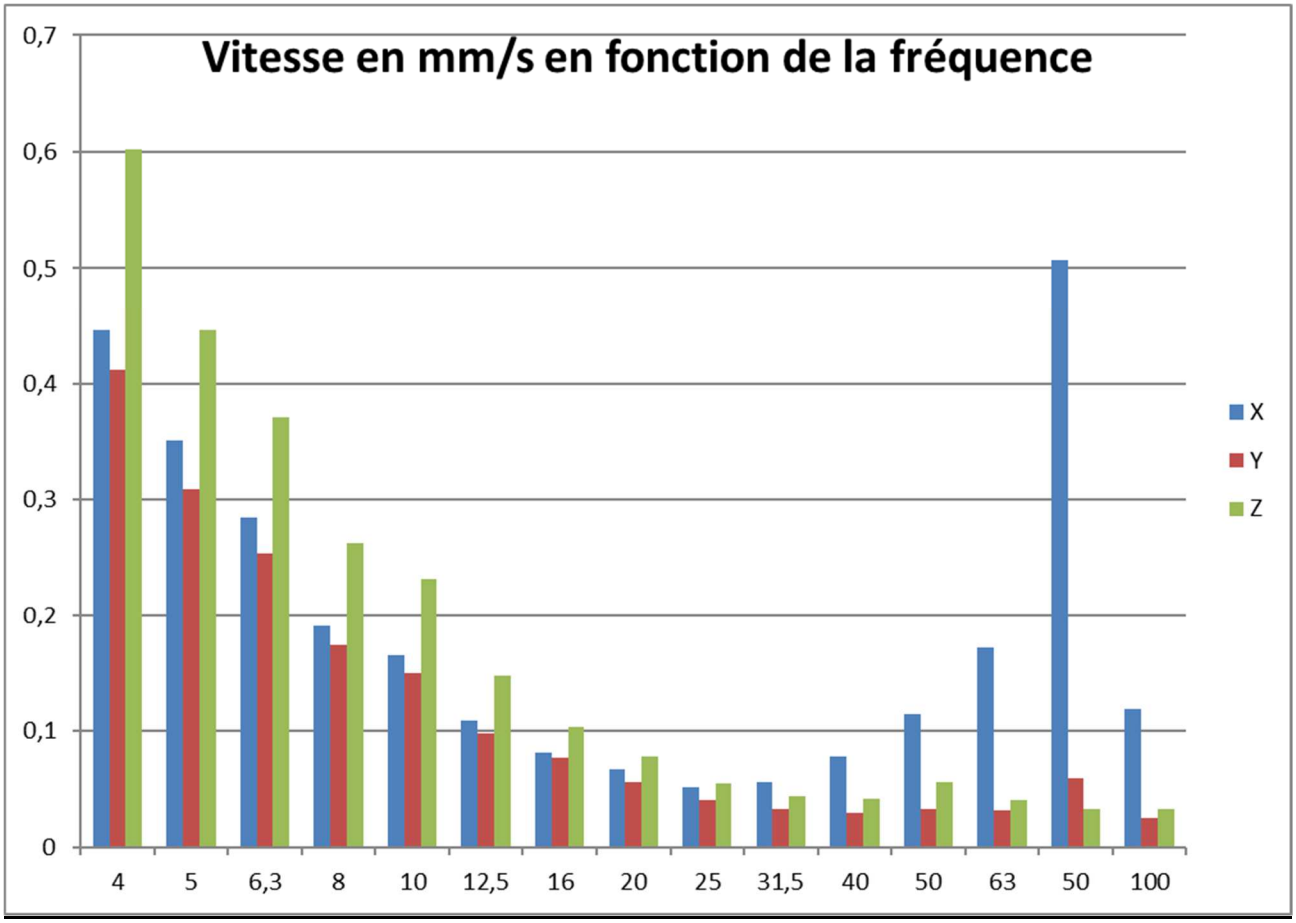
Le point V2 est faiblement impacté par les vibrations du passage de trains.

Point V2	Mesure habitation existante au Nord-Est du projet– hors passage d'un train	Fiche N° 4

POINT DE MESURE	LOCALISATION	PARAMETRES DE MESURAGE

Appareil de mesure :	Système dB4
Période de mesurage :	Le 14/06/2018
Durée :	7 minutes
Emplacement :	Au pied de l'immeuble Au sol

Spectre VIBRATOIRE des axes X, Y et Z (mm/s)



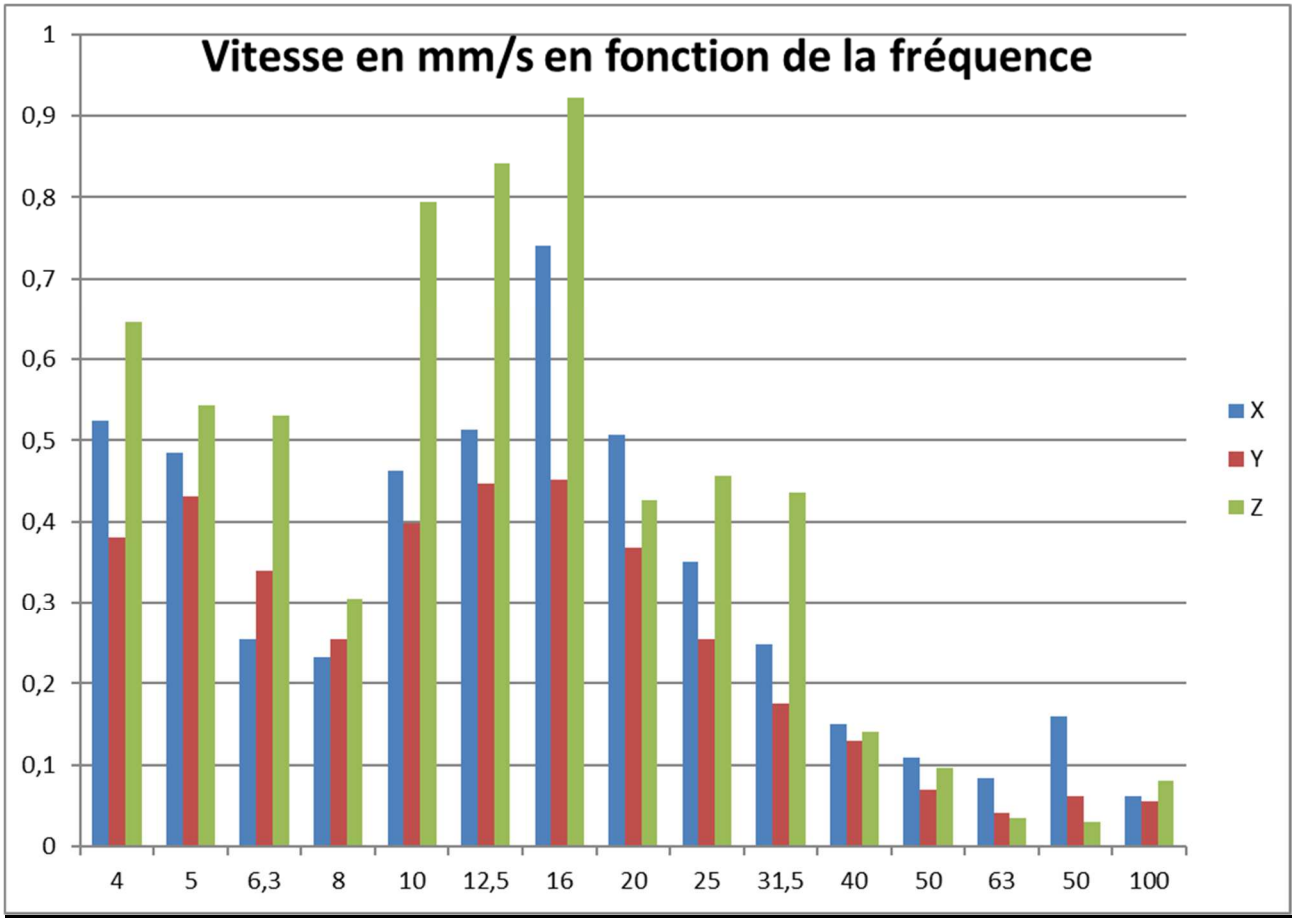
Sources de bruit / Observations

Cette mesure présente les niveaux vibratoires résiduels.

Point V3	Mesure à 36 mètres de la voie au Nord-Est du projet– passage d'un train	Fiche N° 5

POINT DE MESURE	LOCALISATION	PARAMETRES DE MESURAGE	
		Appareil de mesure :	Système dB4
		Période de mesurage :	Le 14/06/2018
		Durée :	1 minute
		Emplacement :	A 36 mètres de la voie Au sol

Spectre VIBRATOIRE des axes X, Y et Z (mm/s)



Sources de bruit / Observations

Le point 3 est faiblement impacté par les vibrations du passage de trains.

Point V4	Mesure à 3 mètres de la voie– passage d'un train	Fiche N° 6

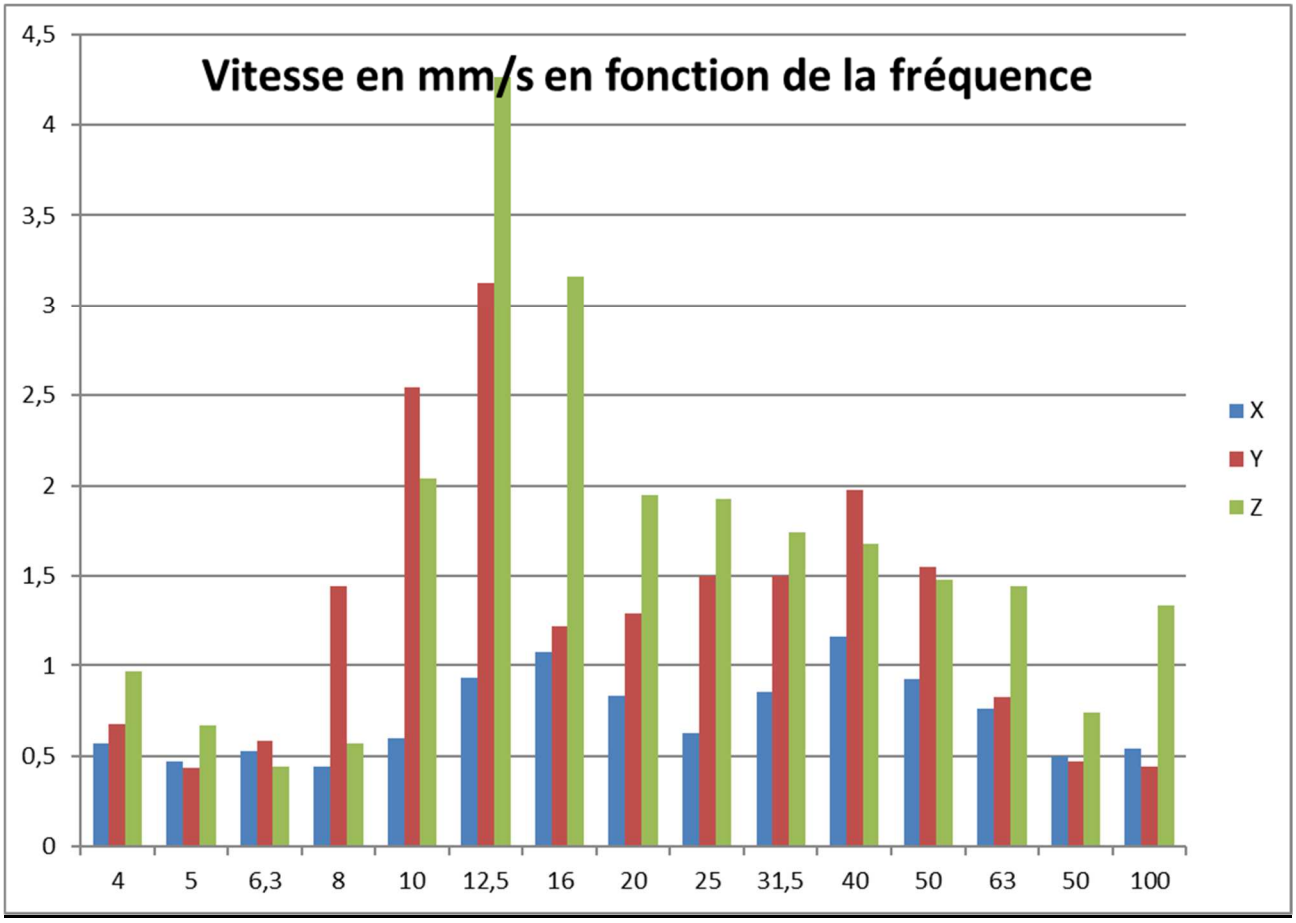
POINT DE MESURE

LOCALISATION

PARAMETRES DE MESURAGE

Appareil de mesure :	Système dB4
Période de mesurage :	Le 14/06/2018
Durée :	1 minute
Emplacement :	A 3 mètres de la voie Au sol

Spectre VIBRATOIRE des axes X, Y et Z (mm/s)



Sources de bruit / Observations

Le point V4 est impacté par les vibrations du passage de trains.

Point V4	Mesure à 3 mètres de la voie– passage d'un train	Fiche N° 7

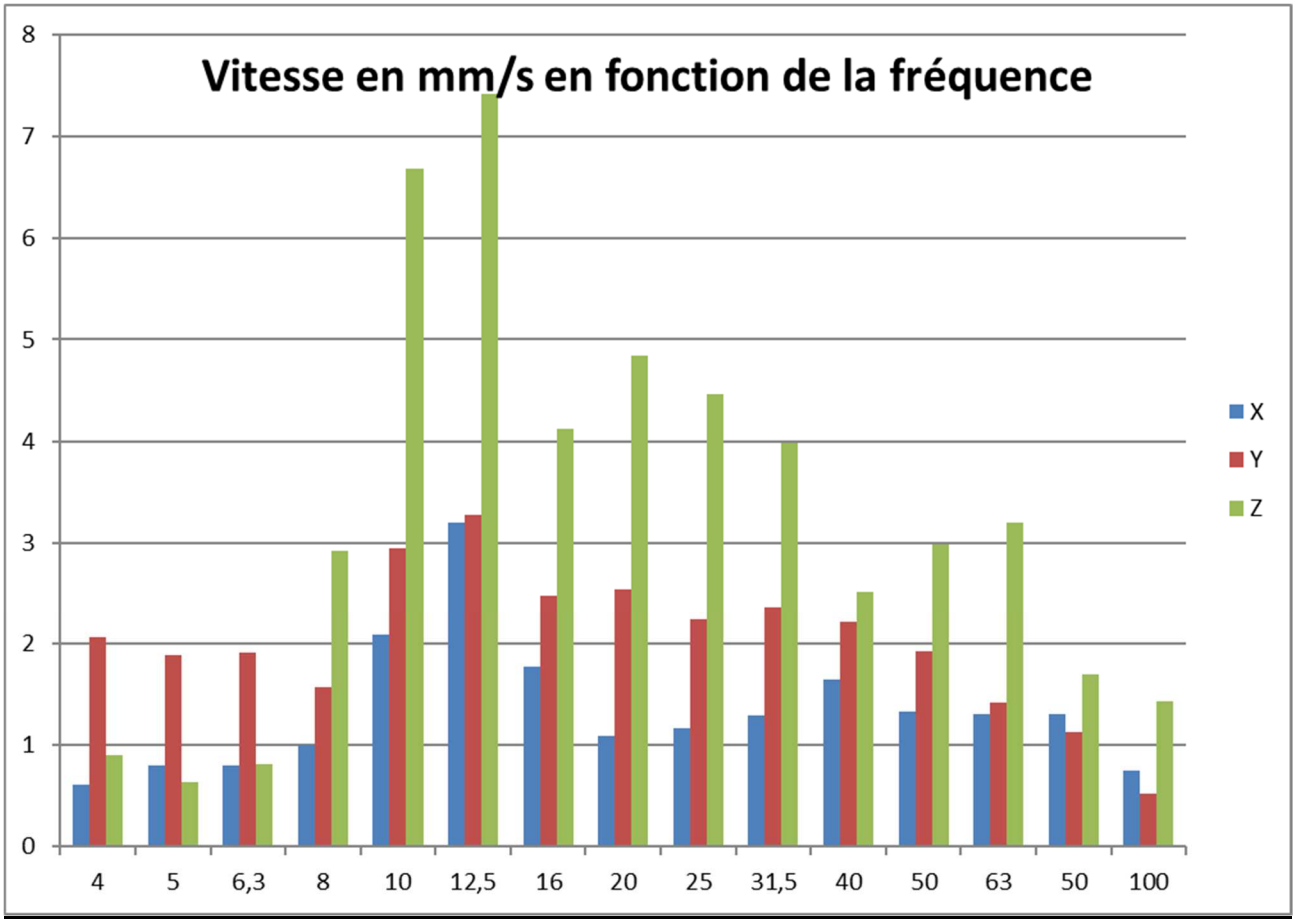
POINT DE MESURE

LOCALISATION

PARAMETRES DE MESURAGE

Appareil de mesure :	Système dB4
Période de mesurage :	Le 14/06/2018
Durée :	1 minute
Emplacement :	A 3 mètres de la voie Au sol

Spectre VIBRATOIRE des axes X, Y et Z (mm/s)



Sources de bruit / Observations

Le point V4 est impacté par les vibrations du passage de trains (selon l'axe Z).

15.3 Les conditions de propagation d'après la norme NFS 31-010

15.3.1 Conditions aérodynamiques

	Contraire	Peu contraire	De travers	Peu Portant	Portant
Vent fort	U1	U2	U3	U4	U5
Vent moyen	U2	U2	U3	U4	U4
Vent faible	U3	U3	U3	U3	U3

15.3.2 Conditions thermiques

Période	Rayonnement/ couverture nuageuse	Humidité en surface	Vent	Ti
Jour	Fort	Surface sèche	Faible ou moyen	T1
			Fort	T2
		Surface humide	Faible ou moyen ou fort	T2
	Moyen à faible	Surface sèche	Faible ou moyen ou fort	T2
		Surface humide	Faible ou moyen	T2
			Fort	T3
Période de lever ou de coucher du soleil				T3
Nuit	Ciel nuageux		Faible ou moyen ou fort	T4
	Ciel dégagé		Moyen ou fort	T4
			Faible	T5

15.3.3 Grille (Ui,Ti) des conditions de propagation

Conditions défavorables pour la propagation sonore : - et - -

Conditions homogènes pour la propagation sonore : Z

Conditions favorables pour la propagation sonore : + et ++

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

Vitesse du vent (2 m au-dessus du sol) :

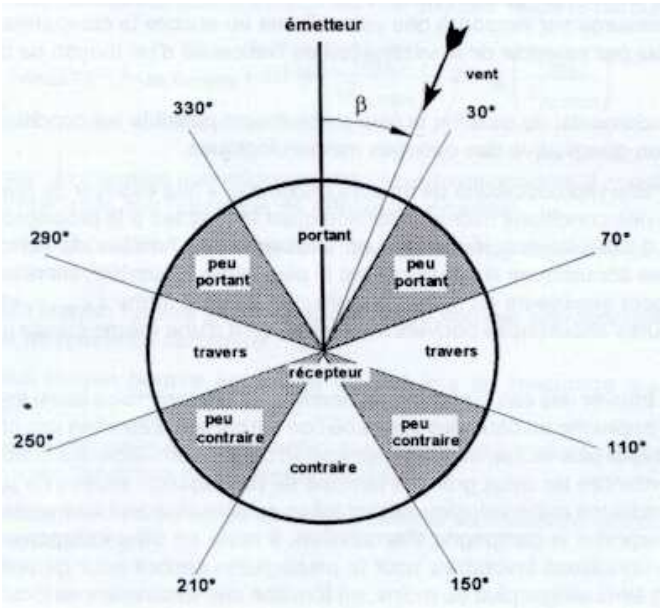
- vent fort : vitesse > 3 m/s,
- vent moyen : 1 m/s < vitesse < 3 m/s,
- vent faible : vitesse < 1 m/s.

Couverture nuageuse :

- nuageux : ciel caché > 20 %,
- dégagé : ciel dégagé > 80 %.

Humidité en surface :

- surface sèche : pas d'eau 48 h avant le mesurage et < 2 mm au cours de la semaine précédente,
- surface humide : dans les autres cas.



16. GLOSSAIRE

Bruit ambiant

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

Bruit particulier

Bruit identifié spécifiquement et distingué du bruit ambiant faisant objet d'une requête.

Bruit résiduel

Bruit ambiant, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s), objet(s) d'une requête.

Emergence

L'émergence est évaluée en comparant le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A du bruit ambiant avec le niveau de pression acoustique continu équivalent A du bruit résiduel au cours de l'intervalle d'observation.

Décibel

Le décibel est une unité de mesure logarithmique en acoustique. C'est un terme sans dimension. Il est noté **dB**.

Spectre de fréquences

Description d'un signal temporel par décomposition par bande de fréquence. Le passage d'un signal (temporel) à un spectre (fréquentiel) est réalisé par filtrage mécanique ou par décomposition numérique (analyse de Fourier).

Bandes d'Octaves, de Tiers d'Octaves et Niveau Global

Deux fréquences sont dites séparées d'une octave si le rapport de la plus élevée à la plus faible est égal à 2. Dans le cas du tiers d'octave, ce rapport est de 2 à la puissance 1/3.

Les valeurs normalisées des fréquences centrales de bande d'octave sont les suivantes, sur la plage audible (de 20 Hz à 20000 Hz) :

31,5 / 63 / 125 / 250 / 500 / 1000 / 2000 / 4000 / 8000 / 16000 Hz

Le niveau global correspond à la somme énergétique de toutes les bandes d'octaves. Le niveau global est noté **L**.

Pondération A

La pondération A est l'application d'un filtre fréquentiel :

- soit à une gamme de fréquences délimitée,
- soit à l'intégralité du signal.

Cette pondération correspond à la sensibilité de l'oreille humaine, plus importante aux médiums qu'aux basses fréquences. A la valeur du niveau sonore mesuré est ajoutée la valeur de la pondération A correspondante qui est précisée par bande de fréquence. Le niveau sonore est alors exprimé en dB(A).

Niveau de pression acoustique Lp

Niveau sonore exprimé en décibel (dB) calculé par 20 fois le logarithme décimal du rapport de la pression sonore efficace à la pression sonore de référence, à savoir :

$Lp = 20 \log(p/p_0)$ où :

- $\mathbf{p_0}$ = 2.10^{-5} Pascal (pression référence : seuil d'audibilité)
- **p** = pression acoustique

Cette grandeur est dépendante de l'environnement de la source.

Niveau de puissance acoustique Lw

Chaque source de bruit est caractérisée par une puissance acoustique (énergie sonore émise par unité de temps) qui est exprimée en Watt (noté W). Cette grandeur est indépendante de l'environnement de la source.

$L_w = 10 \text{ Log } (W/W_0)$ où :

W_0 = 1 pico Watt soit 10^{-12} Watt et W = puissance rayonnée

Indices statistiques L_1, L_{10}, L_{50}, et L_{90} (ou indices fractiles)

Cet indice représente le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N% de l'intervalle de temps considéré. Les indices les plus souvent utilisés sont les suivants:

- $\mathbf{L_{10}}$: niveau sonore atteint ou dépassé pendant 10 % du temps de la mesure,
- $\mathbf{L_{50}}$: niveau sonore atteint ou dépassé pendant 50% du temps de la mesure,
- $\mathbf{L_{90}}$: niveau sonore atteint ou dépassé pendant 90% du temps de la mesure.

Niveau sonore équivalent L_{eq} ou L_{Aeq}

Niveau de bruit équivalent obtenu par intégration sur une certaine période de la pression sonore pondérée A, permettant la comparaison d'évènements sonores de durée et de caractéristiques différentes. Il est calculé par 10 fois le logarithme de la moyenne temporelle élevée au carré de la pression instantanée pondérée A, divisé par le carré de la pression de référence.

Le temps d'intégration n'est pas imposé par défaut, mais peut prendre des valeurs particulières comme par exemple 1 minute, l'unité de référence étant la seconde.

Le $\mathbf{L_{eq}}$ s'exprime en dB et le $\mathbf{L_{Aeq}}$ en dB(A).

Niveau d'exposition quotidienne au bruit $L_{ex,8h}$

$L_{ex,8h}$: Niveau sonore permettant l'évaluation de la fatigue auditive provoquée par l'exposition continue ou intermittente au bruit durant une période.

Le niveau d'exposition quotidienne $\mathbf{L_{ex,8h}}$ est donné par la formule suivante :

$L_{ex,8h} = L^*_{Aeq,Td} + 10Log(Te/To)$:

- $\mathbf{L^*_{Aeq,Te}}$: estimation du niveau de pression acoustique continu équivalent durant Te, en dB(A) ,
- **Te** : durée effective de la journée de travail,
- **To** : durée de référence ; To est fixé égal à 8h.

Temps de réverbération

Le temps de réverbération (noté Tr) est défini comme étant le temps, en seconde, nécessaire pour que le niveau sonore généré par une source de référence décroisse de 60 dB suite à l'arrêt de cette source.

Le temps de réverbération dépend de la forme et du volume du local ainsi que de la nature, la surface et la position des matériaux composant les murs, plafond et sol de la salle.

Le **Tr** s'exprime en seconde.

Bruit rose

Un bruit rose est un bruit normalisé ayant un spectre dont le niveau sonore est le même sur toutes les bandes d'octaves. Il est notamment utilisé pour réaliser les mesures d'isolement aux bruits aériens entre locaux.

Coefficient d'absorption Alpha (α) Sabine

Le coefficient d'absorption acoustique des matériaux est caractérisé par le coefficient d'absorption α « sabine » . Il est défini comme étant le rapport de l'énergie acoustique absorbée à l'énergie acoustique incidente. La valeur de ce coefficient varie de 0 à 1. Il est fonction de la fréquence. Il n'a pas d'unité.

Aire équivalente d'absorption A

L'aire d'absorption équivalente est une grandeur symbolisée par la lettre A caractéristique de l'absorption acoustique d'un local.

L'aire d'absorption équivalente d'un local est la capacité d'absorption des différents matériaux intervenant dans sa composition. Elle s'exprime en m² et est égale à la somme des produits des coefficients d'absorption des différents matériaux par leur surface. Elle dépend de la fréquence.

Isolement brut D_b

On définit l'isolement acoustique brut par la différence des niveaux de pression acoustique mesurés entre deux locaux (local d'émission et local de réception), ou entre l'extérieur et un local de réception.

Isolement acoustique normalisé D_{nT}

L'isolement normalisé D_{nT} correspond à l'isolement brut corrigé en fonction du rapport entre le temps de réverbération (Tr) réel du local de réception, et un Tr de référence (T_0). La formule est la suivante :

$$\mathbf{D_{nT} = Db + 10 \log (T/T_0)}$$

Isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A}$ et $D_{nT,A,tr}$

Les valeurs d'isolement entre locaux et vis-à-vis des bruits de l'espace extérieur sont exprimées en terme d'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A}$ ou $D_{nT,A,tr}$.

Selon la norme NF EN ISO 717-1, ces isolements sont évalués par la différence des niveaux sonores dans le local d'Emission et dans le local de Réception puis corrigée par la durée de réverbération du local de réception.

$$\mathbf{D_{nTA} = D_{nTw} + C}$$

$$\mathbf{D_{nTA,tr} = D_{nTw} + C_{tr}}$$

Avec :

- D_{nTw} : Isolement acoustique normalisé pondéré (dB) (indice unique de l'isolement aux bruits aériens de la courbe de référence à 500 Hz après décalage selon la méthode de la norme NF EN ISO 717-1),
- C : terme d'adaptation du bruit rose pondéré A,
- C_{tr} : terme d'adaptation du bruit de trafic pondéré A.

Indice d'affaiblissement acoustique R_w (C ;Ctr)

Les indices d'affaiblissement acoustiques, qui caractérisent la capacité d'isolation acoustique intrinsèque des matériaux, sont différents des valeurs d'isolement définies ci-dessus.

$$\mathbf{R_A = R_w + C}$$

$$\mathbf{R_{A,tr} = R_w + Ctr}$$

Avec :

- Rw : indice d'affaiblissement acoustique global (dB) (indice unique de l'affaiblissement acoustique de la courbe de référence à 500 Hz après décalage selon la méthode de la norme NF EN ISO 717-1)
- R_A : indice d'affaiblissement acoustique au bruit rose (dB),
- $R_{A,tr}$: indice d'affaiblissement acoustique au bruit route (dB).

Niveau de bruit d'impact mesuré in situ L'_{nTw}

Selon la norme NF EN ISO 717-2, le niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé est évalué à partir du niveau sonore mesuré dans le local de réception lorsque les planchers des locaux mitoyens sont sollicités par une machine à chocs normalisée.

Ce niveau sonore est ensuite corrigé par la durée de réverbération du local de réception.

$$\mathbf{L'_{nT} = L_i - 10 \log (T/T_0)}$$

Avec :

- Li : niveau de pression sonore mesuré dans le local de réception (dB),
- T : temps de réverbération du local de réception (seconde),
- T_0 : temps de réverbération de référence du local de réception (seconde).

Indice NR (Noise Rating)

L'indice NR est l'indice caractérisant le niveau de gêne créé par un bruit perturbateur. Il est souvent employé pour indiquer le bruit induit par des systèmes de ventilation, de climatisation…

ORFEA Acoustique Normandie-Caen
Centre Odyssée - Bât. F.
4 avenue de Cambridge
14200 Hérouville Saint Clair
T : 02 31 24 33 60 / F : 02 31 24 36 14
agence.caen@orfea-acoustique.com

ORFEA Acoustique Bretagne-Rennes
Rue de la Terre Victoria
Parc d'affaires Edonia – Bâtiment B
35760 Saint Grégoire
T : 02 23 40 06 06 / F : 02 23 40 00 66
agence.rennes@orfea-acoustique.com

Agence de PARIS
11 rue des Cordelières
75013 Paris
T : 01 55 06 04 87
F : 05 55 86 34 54
agence.paris@orfea-acoustique.com

Siège social et agence de BRIVE
33 rue de l'Ile du Roi - BP 40098
19103 Brive Cedex
T : 05 55 86 34 50
F : 05 55 86 34 54
agence.brive@orfea-acoustique.com

Agence de LIMOGES
22 rue Atlantis, immeuble Antarès
Parc d'Ester - BP 56959
87069 Limoges Cedex
T : 05 55 56 31 25 / F : 05 55 86 34 54
agence.limoges@orfea-acoustique.com

Agence d'ANTONY
5-7 rue Marcelin Berthelot
92160 Antony
T : 01 46 89 30 29
F : 01 55 59 55 60
agence.orly@orfea-acoustique.com

Agence de GONESSE
20/24 rue Gay Lussac - Bât. Costralo
95500 Gonesse
T : 01 39 88 69 25
F : 01 55 59 55 60
agence.roissy@orfea-acoustique.com

Agence de BORDEAUX
8 rue du Pr. André Lavignolle - Bât. 3
33049 Bordeaux Cedex
T : 05 56 07 38 49
F : 05 56 10 11 71
agence.bordeaux@orfea-acoustique.com

Agence de CLERMONT-FERRAND
222 boulevard Gustave Flaubert
63000 Clermont-Ferrand
T : 04 73 83 58 34
F : 04 73 74 35 46
agence.clermont@orfea-acoustique.com

Agence de POITIERS
Centre d'affaires Antarès
BP 70183 Téléport 4
86962 Futuroscope Chasseneuil
T : 05 49 49 48 22 / F : 05 49 49 41 24
agence.poitiers@orfea-acoustique.com

Agence de LYON
Villa Créatis - 2 rue des Mûriers
69009 Lyon
T : 04 78 36 35 30
F : 05 55 86 34 54
agence.lyon@orfea-acoustique.com

Agence de VALENCE
28 rue Paul Henri Spaak
26000 Valence
T : 04 75 25 50 18
F : 05 55 86 34 54
agence.valence@orfea-acoustique.com

www.orfea-acoustique.com

ORFEA Acoustique - SARL au capital de 100 000 €
SIRET 414 127 092 000 16 | RCS BRIVE 414 127 092
TVA intra-communautaire FR 50 414 127 092

ORFEA Acoustique Normandie-Bretagne
SARL au capital de 50 000 €
SIRET 499 732 493 000 22 | RCS CAEN 499 732 493
TVA intra-communautaire FR 23 499 732 493

NACE 7112B | NAF 742C | TVA payée sur les encaissements