

24, rue de l'église
94300 Vincennes
Antenne Ile de France
Département Métallerie

Rapport d'essais N° 20121005-1-A

Mesure des niveaux de bruit ambiant et résiduel du ventilateur du puits OZANAM à Marseille.

| | | | |
|-----------------------|-----------------|--|-------------------------|
| Essais réalisés par : | Didier Picton | didier.picton@yvroud.com | Tél : +33 4 79 64 44 43 |
| Rapport rédigé par : | Hakim Bouzouita | hakim.bouzouita@yvroud.com | Tél : +33 1 43 74 09 60 |

Ce rapport comporte 9 pages au total

La reproduction et la diffusion de l'original du rapport d'essai ne sont autorisées que sous forme intégrale.

Mesure des niveaux de bruit ambiant et résiduel du ventilateur du puits OZANAM à Marseille.

| | |
|----------------------|---|
| Demandeur : | Patrice Bellon Promotion accession Compagnie Immobilière Méditerranéenne 2, place de la préfecture 13291 Marseille Cedex 9 Tél : +33 4 91 13 04 31 - Fax : +33 4 91 13 04 44 Mail : p.bellon@uncil.fr |
| Référence devis : | N° 20120910-1-A |
| Référence commande : | - |
| Référence affaire : | BT - 4737 CIM Mesures acoustiques Marseille |
| Date de la demande : | 10/07/2012 |

| | | | | | |
|-----|------------|--------------------|--------|--------------|------------|
| B | | | | | |
| A | 05/10/2012 | Emission originale | HB | - | - |
| Ind | Date | Modification | Auteur | Vérification | Validation |

1 Objet

Dans le cadre d'un projet de construction d'un bâtiment de 43 logements dans ZAC Saint-Charles à Marseille, il a été décidé de caractériser les niveaux sonores engendrés par un ouvrage de ventilation de la RTM, ce puits de ventilation porte le nom de « OZANAM ».

En effet, ce puits de ventilation se trouvera « entouré » par la future construction, créant ainsi une cheminée prolongeant le puits.

De ce fait, il est nécessaire de correctement dimensionner la composition des parois de la futur « cheminée ».

Les mesures présentées ci-après serviront à la vérification du bon dimensionnement des parois de la future cheminée et ainsi de contrôler leurs indices d'affaiblissements acoustiques.

Il est toutefois à noter que ces mesures caractérisent seulement les bruits aériens engendrés par l'ouvrage de ventilation.

Les nuisances d'origines solidiennes et vibratoires ne sont ici pas traitées.

2 Lieu et date des essais

Les essais se sont déroulés dans la nuit du 11 au 12 septembre 2012 dans le puits de ventilation « OZANAM » de la RTM à Marseille.

Il s'agit d'un puits de ventilation localisé entre les stations Saint Charles et Jules Guesde.

3 Conditions d'essais

3.1 Matériel

Le matériel utilisé pour effectuer les mesurages acoustiques est répertorié dans le tableau ci-dessous :

| Point de mesure | Matériel | | | | |
|---|---------------------|------|---------------|-----------------|--------|
| | Appareil | Type | Marque | Numéro de série | Classe |
| 1. Face au ventilateur | Sonomètre analyseur | 2250 | Brüel & Kjaer | 2690225 | 1 |
| | Calibreur | 4231 | Brüel & Kjaer | 2688807 | 1 |
| 2. Derrière les baffles acoustiques avals | Sonomètre analyseur | 2250 | Brüel & Kjaer | 2690225 | 1 |
| | Calibreur | 4231 | Brüel & Kjaer | 2688807 | 1 |
| 3. En dessous de la grille d'extraction | Sonomètre analyseur | 2250 | Brüel & Kjaer | 2690225 | 1 |
| | Calibreur | 4231 | Brüel & Kjaer | 2688807 | 1 |

Tableau 1 : Liste du matériel utilisé pour les mesures

Les méthodes d'autocontrôle des matériels sont celles définies dans l'annexe A de la norme NF S 31-010 : 1996 (modifié 2008).

Les fichiers de données ont fait l'objet d'un traitement différé au moyen du logiciel BZ5503 version 3.8.0.410 de la société Brüel & Kjaer.

3.2 Conditions météorologiques

3.2.1 Conditions de site

La distance source/récepteur est inférieure à 40 mètres. De ce fait, les conditions météorologiques n'ont pas d'influence sur la propagation.

3.2.2 Conditions climatiques

Le tableau ci-dessous résume les conditions météorologiques observées pendant les mesures.

| Période de mesurage | Vitesse du vent (m/s) | Température (°C) | Humidité (%) | Couverture nuageuse/rayonnement |
|---|-----------------------|------------------|--------------|---------------------------------|
| De 23h00 le 11/09/2012 à 2h00 le 12/09/2012 | < 1m/s faible | 21.8°C | 86.6% | aucune |

Tableau 2 : Conditions météorologiques lors des essais

Influence de la météo :

- Sur les mesures : Non
- Sur le fonctionnement des appareils : non

Les conditions météorologiques observées sont restées stables pendant tout l'intervalle de mesurage.

3.3 Condition de fonctionnement de l'installation

Le ventilateur du puits Ozanam comme tous les puits implantés dans les tunnels ont deux fonctions :

- Extraire les fumées d'un éventuel incendie dans le tunnel ;
- Produire les flux qui permettent de contrôler le mouvement longitudinal dans les tunnels et les stations.

Aussi, le ventilateur Ozanam possède deux sens de fonctionnement :

- Extraction → Vitesse de rotation : à renseigner
- Insufflation → Vitesse de rotation : à renseigner

De ce fait, le bruit engendré par le ventilateur a été mesuré pour chaque sens de fonctionnement.

Caractéristique du ventilateur :

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| - Marque : | Solivent Ventec |
| - Débit annoncé: | 100 000 m ³ /h |
| - Pression statique: | 20 mm CE |
| - Moteur: | CEM 380 V - 45 kW, 1000 tr/mn |
| - Nombre de pales : | 12 |
| - Frein : | 380 V, avec fin de course |
| - Poids ventilateur + moteur: | 1805 daN |

Il est en outre à noter qu'hormis le ventilateur, d'autres sources sonores peuvent engendrées du bruit aérien par le puits de ventilation, il s'agit :

- Des rames de voyageurs.
- Des rames de travaux de nuit.

Ces deux sources n'ont pas été caractérisées puisque ces deux configurations n'ont pu être rencontrées lors de notre campagne d'essais.

Toutefois, l'expérience montre qu'en général, les bruits aériens engendrés par les rames sont négligeables en comparaison au bruit du ventilateur.

3.4 Implantation des points de mesures

Il a été décidé de prendre en compte plusieurs points de mesure.

3.4.1 Au-dessus de la grille d'extraction

La puissance acoustique engendrée par le ventilateur se voit être atténuée ou amplifiée au fil du « parcours » aéraulique de l'air, de ce fait il faut prendre en compte le niveau de pression acoustique en fin de parcours, c'est-à-dire au dessus de la grille d'extraction.

Par conséquent et dans l'objectif d'obtenir le spectre acoustique qui servira à la vérification de la composition des parois de la future cheminée, il a été décidé de procéder à la mesure au-dessus de la cheminée d'extraction; ci-dessous (*figure 1*) une vue aérienne de la grille d'extraction d'air.

Toutefois, étant dans l'incapacité d'accéder au-dessus de la grille, il a été procédé à une mesure en dessous de cette grille (~1,50 m en dessous de la grille).

La grille allant être laissée en place une fois la « cheminée » construite, les éventuelles atténuations et régénérations engendrées par celle-ci ne seront pas pris en compte dans nos mesures. Néanmoins, la réverbération provoquée par les parois actuelles du puits de ventilation est bien prise en compte (elle ne l'aurait pas été si la mesure avait été faite au-dessus de la grille). C'est pourquoi, les mesures en dessous de la grille s'avèrent être tout aussi légitime que celles que nous aurions faites au-dessus de la grille.



Figure 1 : Vue aérienne de la grille d'extraction



Figure 2 : emplacement du sonomètre sous la grille

3.4.2 En face du ventilateur

Afin de collecter des informations supplémentaires et d'obtenir le niveau de pression acoustique engendré par le ventilateur avant qu'il ne subisse de modification, des mesures ont été face à l'aplomb du ventilateur.

Ces mesures combinées aux mesures faites derrière les baffles acoustiques permettront ainsi de définir les pertes par insertions de ces baffles.



Figure 3 : emplacement du sonomètre face au ventilateur

3.4.3 Derrière les baffles acoustiques

Afin de quantifier les pertes par insertion des baffles acoustiques du puits Ozanam, des mesures derrière ceux-ci ont été effectuées.



Figure 4 : emplacement du sonomètre derrière les baffles

3.5 Résumé des configurations d'essais

Comme vu précédemment, le bruit du ventilateur a été caractérisé dans ses deux sens de fonctionnement. Ajouté à cela, il a été procédé à une mesure de bruit de fond pour chaque emplacement de mesure, ceci car si le niveau de bruit de fond est élevé, la mesure du bruit du ventilateur s'en trouvera faussée. Pour effectuer une mesure correcte, l'écart entre le niveau de bruit du ventilateur et le niveau de bruit de fond doit être au minimum de 10 dB. Dans le cas contraire, une correction par le bruit de fond pourra être opérée, ceci par le biais d'une soustraction logarithmique des deux spectres.

| Emplacement | Mesure N° | Configuration |
|----------------------------------|-----------|--|
| Sous la grille | 1 | Ventilateur en fonctionnement en mode extraction |
| | 2 | Ventilateur en fonctionnement en mode insufflation |
| | 3 | Ventilateur à l'arrêt/Bruit de fond |
| En face du ventilateur | 4 | Ventilateur en fonctionnement en mode extraction |
| | 5 | Ventilateur en fonctionnement en mode insufflation |
| | 6 | Ventilateur à l'arrêt/Bruit de fond |
| Derrière les baffles acoustiques | 7 | Ventilateur en fonctionnement en mode extraction |
| | 8 | Ventilateur en fonctionnement en mode insufflation |
| | 9 | Ventilateur à l'arrêt/Bruit de fond |

Tableau 3 : résumé des configurations

4 Méthodologie

Toutes les mesures sont exprimées en termes de niveau continu équivalent noté LZ_{eq} (analyse spectrale par bande d'octave), le niveau global est également exprimé sous sa forme pondéré A.

Etant donnée le caractère stable, homogène et continu de la source de bruit, des mesures de courtes durées ont été effectuées.

La signification physique la plus fréquemment citée pour le terme LZ_{eq} (t_1 , t_2) est celle d'un niveau sonore fictif qui serait resté constant sur toute la durée (t_1 , t_2) et contenant la même énergie sonore que le niveau fluctuant réellement observé. Les mesures sont réalisées conformément aux recommandations de la NF S 31-010 (modifiée 2008) sans déroger à aucune de ses dispositions.

5 Résultats

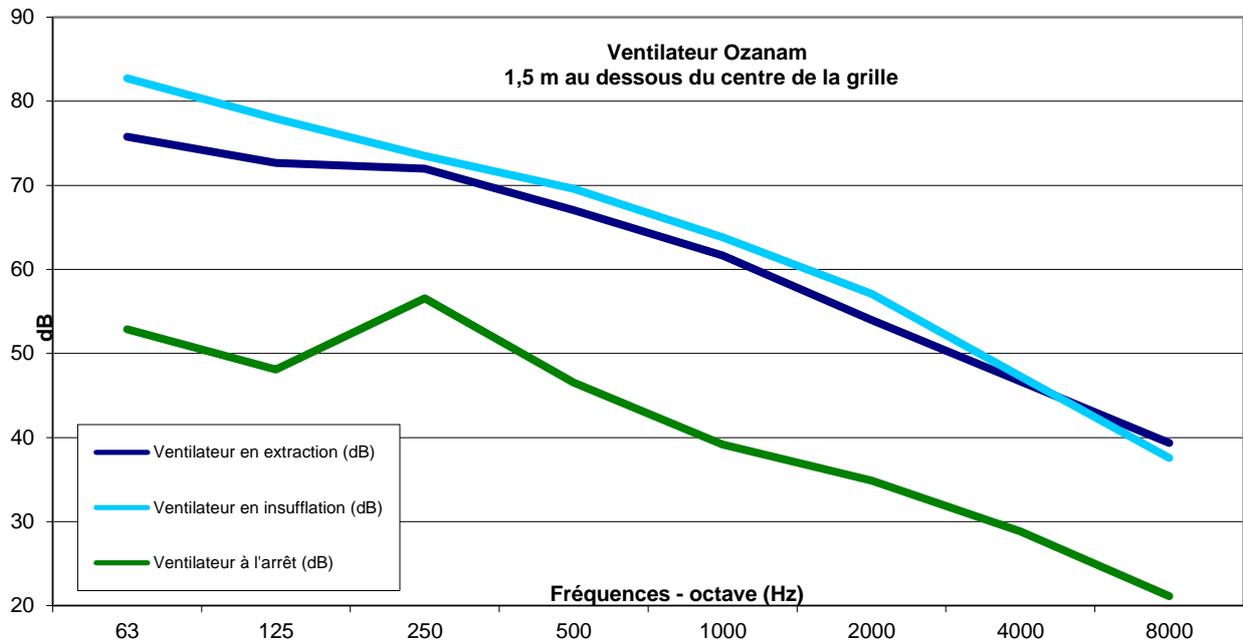
5.1 En dessous de la grille d'extraction

Les résultats de nos mesures dans cette configuration sont consignés dans le tableau ci-dessous :

| Fréquences (Hz) | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k | Niveau global (dB) | Niveau Global (dBA) |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|---------------------|
| LZeq Ventilateur en extraction (dB) | 75,8 | 72,7 | 72,0 | 67,1 | 61,6 | 54,0 | 46,7 | 39,4 | 79,0 | 68,6 |
| LZeq Ventilateur en insufflation (dB) | 82,7 | 77,9 | 73,5 | 69,6 | 63,8 | 57,1 | 47,3 | 37,6 | 84,5 | 71,1 |
| LZeq Ventilateur à l'arrêt (dB) | 52,9 | 48,1 | 56,6 | 46,5 | 39,2 | 34,9 | 28,9 | 21,1 | 58,9 | 50,1 |

Tableau 4 : Niveaux de pressions acoustiques 1,5m en dessous du centre de la grille

Les mêmes résultats sont retranscrits sous forme graphique ci-dessous :



Graphique 1 : Niveaux de pressions acoustiques du ventilateur OZANAM à 1,5m au-dessous du centre de la grille d'extraction.

Ici le niveau du bruit de fond est inférieur de plus de 10 dB sur chaque bande d'octave par rapport aux niveaux de pressions acoustiques engendrés par le ventilateur dans les deux sens de fonctionnement, nous pouvons donc les prendre en compte.

Ces mesures, nous révèlent que le ventilateur est légèrement plus bruyant en mode insufflation, c'est donc ce spectre qui servira de référence pour la vérification de la composition des parois.

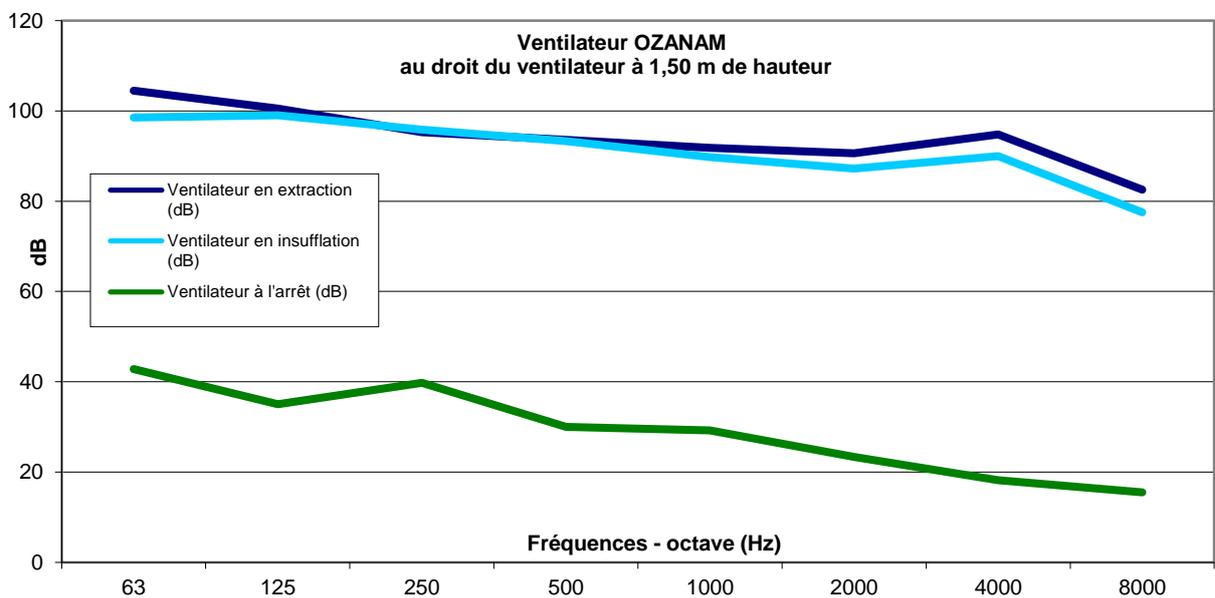
5.2 Au droit du ventilateur

Les résultats de nos mesures dans cette configuration sont consignés dans le tableau ci-dessous :

| Fréquences (Hz) | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k | Niveau global (dB) | Niveau Global (dBA) |
|--|-------|-------|------|------|------|------|------|------|--------------------|---------------------|
| LZeq Ventilateur en extraction (dB) | 104,5 | 100,5 | 95,3 | 93,6 | 91,8 | 90,7 | 94,8 | 82,6 | 107,1 | 99,5 |
| LZeq Ventilateur en insufflation (dB) | 98,5 | 99,0 | 95,8 | 93,3 | 89,8 | 87,2 | 90,0 | 77,5 | 103,7 | 96,7 |
| LZeq Ventilateur à l'arrêt (dB) | 42,8 | 35,0 | 39,8 | 30,0 | 29,2 | 23,4 | 18,2 | 15,5 | 45,3 | 35,0 |

Tableau 5 : Niveaux de pressions acoustiques à 1,5m au droit du ventilateur

Les mêmes résultats sont retranscrits sous forme graphique ci-dessous :



Graphique 2 : Niveaux de pressions acoustiques du ventilateur OZANAM à 1,5m à son droit.

Ici encore, le niveau du bruit de fond est inférieur de plus de 10 dB sur chaque bande d'octave par rapport aux niveaux de pressions acoustiques engendrés par le ventilateur dans les deux sens de fonctionnement, nous pouvons donc les prendre en compte.

A cet emplacement, nous constatons de forts niveaux de pressions acoustiques avec des niveaux quasi-identiques en extraction et en insufflation.

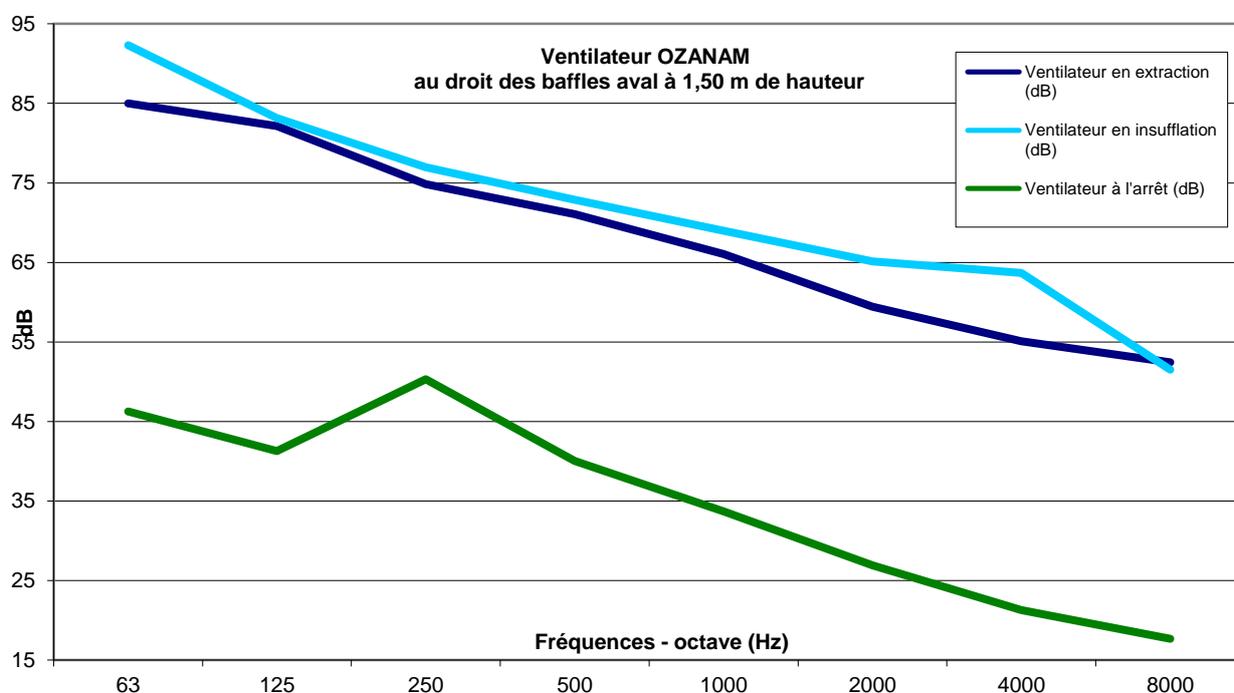
5.3 Au droit des baffles acoustiques

Les résultats de nos mesures dans cette configuration sont consignés dans le tableau ci-dessous :

| Fréquences (Hz) | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k | Niveau global (dB) | Niveau Global (dBA) |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|---------------------|
| LZeq Ventilateur en extraction (dB) | 85,0 | 82,1 | 74,9 | 71,1 | 66,0 | 59,4 | 55,1 | 52,5 | 87,2 | 73,3 |
| LZeq Ventilateur en insufflation (dB) | 92,3 | 83,2 | 77,0 | 72,9 | 69,0 | 65,1 | 63,7 | 51,5 | 93,0 | 76,2 |
| LZeq Ventilateur à l'arrêt (dB) | 46,3 | 41,3 | 50,3 | 40,0 | 33,7 | 26,9 | 21,3 | 17,7 | 52,5 | 43,8 |

Tableau 6 : Niveaux de pressions acoustiques à 1,5m au droit des baffles acoustiques

Les mêmes résultats sont retranscrits sous forme graphique ci-dessous :



Graphique 3 : Niveaux de pressions acoustiques du ventilateur OZANAM à 1,5m au droit des baffles acoustiques.

Ici encore, le niveau du bruit de fond est inférieur de plus de 10 dB sur chaque bande d'octave par rapport aux niveaux de pressions acoustiques engendrés par le ventilateur dans les deux sens de fonctionnement, nous pouvons donc les prendre en compte.

5.4 Calcul des pertes par insertions dues aux baffles acoustiques

Il arrive souvent que les baffles acoustiques s'encrassent au fil du temps et perdent donc de leur efficacité. Les pertes par insertions calculées ci-dessous permettront de quantifier l'efficacité des baffles acoustiques actuellement en place.

→ En extraction :

| Fréquences (Hz) | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| LZeq Ventilateur en extraction au droit du ventilateur (dB) | 104,5 | 100,5 | 95,3 | 93,6 | 91,8 | 90,7 | 94,8 | 82,6 |
| LZeq Ventilateur en extraction au droit des baffles (dB) | 85 | 82,1 | 74,9 | 71,1 | 66 | 59,4 | 55,1 | 52,5 |
| Perte par insertion calculée (dB) | 19,5 | 18,4 | 20,4 | 22,5 | 25,8 | 31,3 | 39,7 | 30,1 |

Tableau 6 : Perte par insertion calculée à partir des niveaux en extraction

→ En insufflation :

| Fréquences (Hz) | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| LZeq Ventilateur en extraction au droit du ventilateur (dB) | 98,5 | 99 | 95,8 | 93,3 | 89,8 | 87,2 | 90 | 77,5 |
| LZeq Ventilateur en extraction au droit des baffles (dB) | 92,3 | 83,2 | 77 | 72,9 | 69 | 65,1 | 63,7 | 51,5 |
| Perte par insertion calculée (dB) | 6,2 | 15,8 | 18,8 | 20,4 | 20,8 | 22,1 | 26,3 | 26 |

Tableau 7 : Perte par insertion calculée à partir des niveaux en insufflation

6 Conclusion

Pour la vérification de la composition des futures parois de la cheminée, il sera plus pertinent de prendre en compte le spectre du niveau de pression acoustique du ventilateur en mode insufflation, ce mode de fonctionnement étant légèrement plus bruyant au niveau de la grille.

Par ailleurs, les pertes par insertions calculées démontrent que les baffles acoustiques jouent correctement leurs rôles. Néanmoins étant donnée leurs épaisseur, leurs longueurs et les largeurs des voies d'airs, nous aurions pu nous attendre à des valeurs plus importantes d'atténuations.

11/03/2013

**MESURES ACOUSTIQUES ET VIBRATOIRES
RELATIVES A LA TRANSMISSION DES BRUITS DE
METRO PAR LA CHEMINEE DE VENTILATION RUE
OZANAM A MARSEILLE**

Réf. document : 240040-RAP-Mesure cheminée Metro Marseille.doc pour le compte de :

COMPAGNIE IMMOBILIERE MEDITERRANNEE

Contacts

Olivier SERVONNAT – Ingénieur Responsable de l'Etude

Walid WASMINE – Ingénieur d'Etudes

Florian NOIR – Technicien d'Etudes



La solution acoustique, bien entendu[e]...

33 route de Jonage, BP 30, 69891 PUSIGNAN cedex - Tél. : 04 78 89 63 61 - Fax : 04 72 45 30 46

acouphen@acouphen.fr - www.acouphen.fr

S.A. au capital de 50 000 € - RCS LYON B 950 398 479 - APE 7112B

Reçu au Contrôle de légalité le 02 juillet 2013

TABLE DES MISES A JOUR DU DOCUMENT

| Indice de révision | Date | Objet de la mise à jour | Etabli par | Vérifié par |
|---------------------------|-------------|---|-------------------|--------------------|
| 00 | 11/03/13 | Création du document – 25 pages + Annexes | W.WASMINE | O.SERVONNAT |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

LISTE DE DIFFUSION

| Société | Contact |
|---|-------------------|
| COMPAGNIE IMMOBILIERE MEDITERRANNEE 2, Place de la Préfecture 13291 Marseille Cedex 6 | M. Patrice BELLON |
| | |

Ce document et les informations qu'il contient sont confidentiels. Ils ne peuvent être communiqués à des tiers sans l'accord de ACOUPHEN et de son client.

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| 1. OBJET..... | 4 |
| 2. PRESENTATION DU SITE :..... | 4 |
| 3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET EXIGENCES SPECIFIQUES | 7 |
| 3.1 REGLEMENTATION CONCERNANT LE BRUIT DE VOISINAGE : | 7 |
| 3.2 CONTEXTE NORMATIF CONCERNANT LES VIBRATIONS :..... | 7 |
| 4. DIAGNOSTIC ACTUEL DE LA SITUATION | 12 |
| 4.1 DESCRIPTION DU SITE ET DES SOURCE DE BRUIT | 12 |
| 4.2 METHODOLOGIE DE MESURE..... | 14 |
| 5. RESULTATS DE MESURES | 15 |
| 5.1 RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES | 15 |
| 5.2 RESULTATS DES MESURES VIBRATOIRES | 19 |
| 6. CONCLUSION | 25 |

ANNEXES :

- Annexe 1. Réglementation
- Annexe 2. Matériels et logiciels utilisés
- Annexe 3. Conditions météorologiques
- Annexe 4. Résultats détaillés des mesures

1. OBJET

La présente mission consiste à réaliser des mesures acoustiques et vibratoires relatives aux bruits de passages de métro, des passages nocturnes de trains travaux et du bruit de ventilation du tunnel « Ozanam » du Metro de Marseille.

Les mesures ont été réalisées dans le cadre de la construction d'un bâtiment de logement à proximité directe de la cheminée « Ozanam ».

2. PRESENTATION DU SITE :

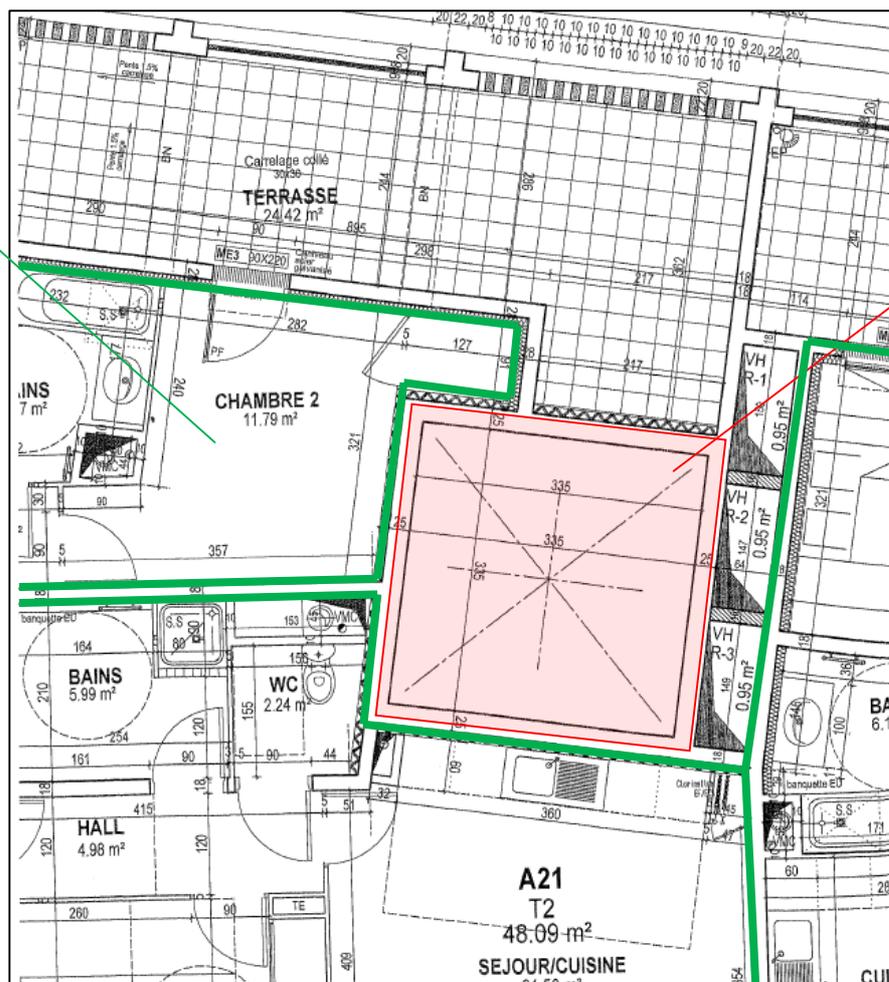
Le projet est situé au 7 rue Ozanam à Marseille. Le projet consiste en la construction d'un immeuble de logements de 5 étages. Il est situé au-dessus de l'actuel emplacement de la grille de ventilation « OZANAM » du Metro de Marseille.



Vue aérienne de l'emplacement du projet

Le projet prévoit la réalisation d'une cheminée traversant l'ensemble des étages de l'immeuble. Cette cheminée sera donc mitoyenne aux pièces à vivre pour différents logements.

Logements mitoyens à la cheminée



Cheminée de ventilation

Vue en plan du projet : niveau R+2

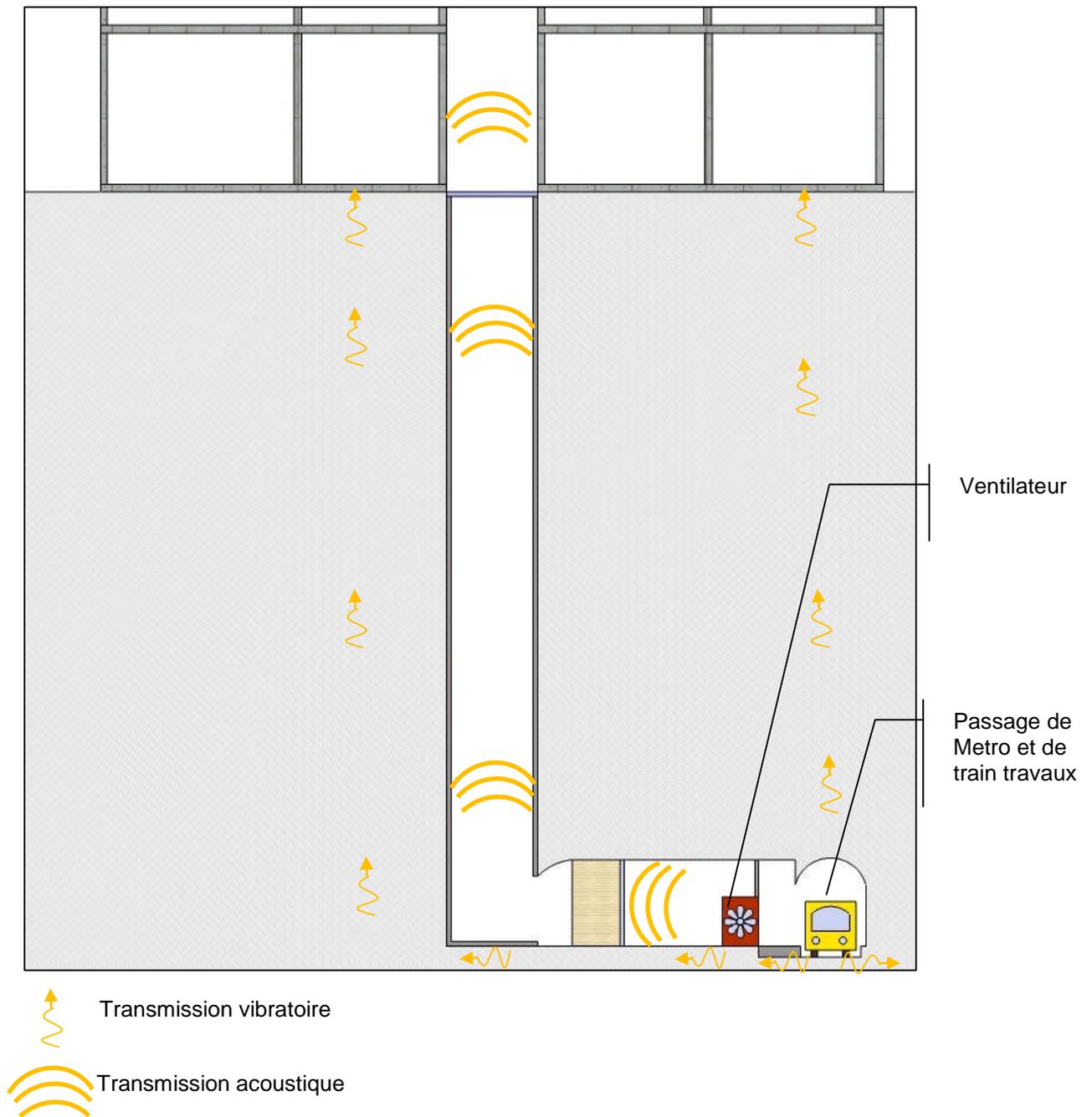
La mitoyenneté de la cheminée avec les logements présente des risques de présence de nuisances sonores dans les pièces à vivre. En effet, les sources sonores risquant de gêner les riverains sont les suivantes :

- Le ventilateur situé en partie basse de la cheminée.
- Les passages de métro
- Les passages des trains travaux

De plus, la proximité directe entre les fondations des futurs logements et l'infrastructure de transport présente un risque de transmission vibratoire lors des passages de Metro (et de train travaux) ou durant le fonctionnement du ventilateur.

L'approche de l'étude est donc basée sur des mesures acoustiques visant à quantifier la transmission aérienne du bruit via la cheminée et des mesures vibratoires permettant de quantifier les niveaux vibratoires transmis au bâti par le sol.

Le schéma suivant présente les principes de transmission acoustique et vibratoire.



3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET EXIGENCES SPECIFIQUES

3.1 REGLEMENTATION CONCERNANT LE BRUIT DE VOISINAGE :

La réglementation concernant les bruits de voisinage se réfère au Décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique (dispositions réglementaires).

D'après ces textes, la potentialité de gêne se traduit en termes d'**émergence** du bruit incriminé par rapport à l'ambiance sonore habituelle dans la zone considérée. La réglementation en vigueur limite l'émergence du bruit comprenant la source sonore particulière (niveau de bruit ambiant), par rapport au niveau de bruit habituel sans cette source (niveau de bruit résiduel).

En effet, on considère qu'un bruit devient particulièrement gênant lorsqu'il est perçu comme "dominant" par rapport aux autres bruits composant l'ambiance sonore habituelle.

C'est ce que traduit cette valeur d'émergence limite qui dépend de la période considérée.

Le décret du 31/08/2006 définit deux types d'émergences :

- *Émergence globale :*

L'*émergence globale* est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau de bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement habituel des équipements, en l'absence du bruit particulier en cause.

Cette émergence est limitée à **5 dB(A)** en période diurne (7h00 à 22h00) et à **3 dB(A)** en période nocturne (22h00 à 7h00), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif dépendant de la durée cumulée d'apparition du bruit incriminé (notée T) :

- 6 dB(A) pour $T \leq 1$ minute,
- 5 dB(A) pour $1 \text{ minute} < T \leq 5$ minutes ;
- 4 dB(A) pour $5 \text{ minutes} < T \leq 20$ minutes ;
- 3 dB(A) pour $20 \text{ minutes} < T \leq 2$ heures ;
- 2 dB(A) pour $2 \text{ heures} < T \leq 4$ heures ;
- 1 dB(A) pour $4 \text{ heures} < T \leq 8$ heures ;
- 0 dB(A) pour $T > 8$ heures.

- *Émergence spectrale :*

L'*émergence spectrale* est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant dans une bande d'octave normalisée, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau de bruit résiduel dans la même bande d'octave, constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement habituel des équipements, en l'absence du bruit particulier en cause.

L'émergence spectrale est à prendre en compte à l'intérieur d'un logement lorsque le bruit particulier est émis par des équipements d'activités professionnelles.

Les valeurs limites de l'émergence spectrale sont de 7 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 125 Hz et 250 Hz et de 5 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz et 4000 Hz, mesuré dans les pièces principales d'un logement.

Les textes réglementaires sont présentés en annexe 1.

3.2 CONTEXTE NORMATIF CONCERNANT LES VIBRATIONS :

Malgré l'absence de toute réglementation relative aux vibrations, la référence de cette étude s'appuie sur la norme NF ISO **14837-1** avril 2006 intitulée « Vibrations et bruits initiés au sol dus à des lignes ferroviaires ». Cette norme présente des directives générales relatives aux vibrations des transports ferroviaires. Les vibrations et/ou bruits transmis par le sol peuvent avoir des effets sur les occupants des bâtiments.

Dans quelques cas extrêmes, les vibrations provenant du sol peuvent être telles qu'il existe des risques de dommages aux bâtiments et autres structures. Dans ce cas, les niveaux de vibrations requis sont de l'ordre de 20 fois supérieures à ceux qui sont associés à la perception humaine.

Plusieurs valeurs peuvent être tirées d'une mesure de vibrations en fonction de l'analyse des différents effets:

- la vitesse crête, qui correspond à la vitesse maximale relevée sur le signal temporel (mm/s), cette grandeur est utilisée pour quantifier l'effet sur les structures ;
- la vitesse maximale par bande de tiers d'octave, L_{vmax} , parmi lesquelles on prendra la valeur la plus élevée (Maximum Transient Vibration Value) (mm/s), effet sur la perception tactile des personnes ;
- niveau vibratoire efficace global au passage d'un train (ou Metro), L_v moyen, que l'on exprimera en dBvlin, effet sur la perception sonore des occupants.

Le comportement vibratoire dépend de 3 paramètres propres à chaque situation :

- Excitation : type de source, nature du train (ou Metro) (longueur, sens de circulation, vitesse), armement de la voie,
- Transmission : configuration de la ligne (remblai/déblai, tunnel), géologie du terrain, distance et topologie,
- Récepteur : type de fondation, nature de la construction, portée de dalle...

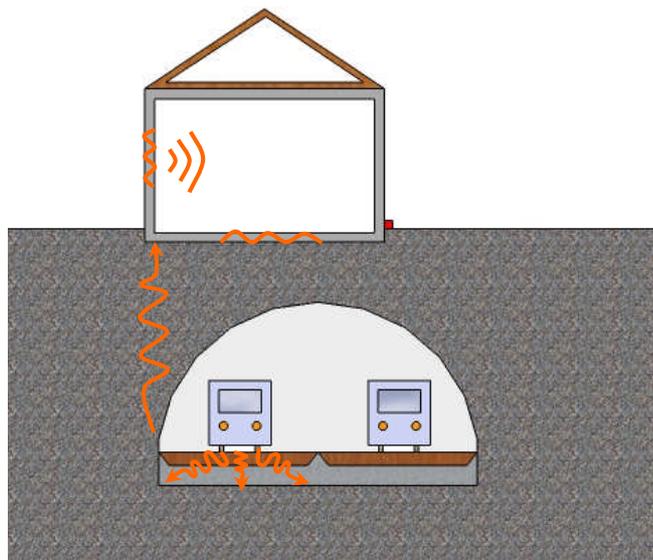


Schéma de propagation des vibrations de la voie ferrée insérée en tunnel vers un bâtiment

La conception de la plate-forme ferroviaire et de l'ouvrage, leur état d'entretien ainsi que la nature des circulations ont une forte influence sur la source vibratoire. Ensuite, le sol agit comme un filtre passe bande (atténuation variable selon le type de sol), où les vibrations ne sont transmises que dans une gamme de fréquence 0-250 Hz (basses fréquences). Enfin, la construction agit à la fois comme un filtre et un amplificateur selon les fréquences.

3.2.1 EFFETS DES VIBRATIONS SUR LES STRUCTURES – DOMMAGES AUX BIENS

Pour la détermination des dommages aux biens, il n'existe pas en France de réglementation relative aux vibrations produites par les circulations ferroviaires. Toutefois, la circulaire du 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées - rédigée par le Ministère de l'Environnement - sert couramment de référence. La plupart des dommages causés aux bâtiments par des sources artificielles se produisent dans la gamme des fréquences comprises entre 1 Hz et 100 Hz.

Cette circulaire indique des valeurs limites de la vitesse crête, en mm/s, selon les caractéristiques de la source et celles des constructions.

Définition de la source vibratoire

Deux types de sources sont à distinguer ; les sources continues ou assimilées comprenant toutes sources émettant des vibrations continues ou des impulsions à des intervalles assez courts sans limitation du nombre d'émission ; et les sources impulsionnelles à impulsions répétées comprenant les sources émettant des impulsions à intervalle assez court, mais dont la durée d'une émission est inférieure à 500 millisecondes.

Le trafic du Metro marseillais est une source émettant des impulsions de durée supérieure à 500 millisecondes. En ce sens, pour le dommage aux biens, **le passage d'un Metro est considéré comme une source continue ou assimilée.**

Les trains travaux passant de nuit sur les voies du Metro sont également considérés –dans le sens de la circulaire- comme étant une source continue ou assimilée.

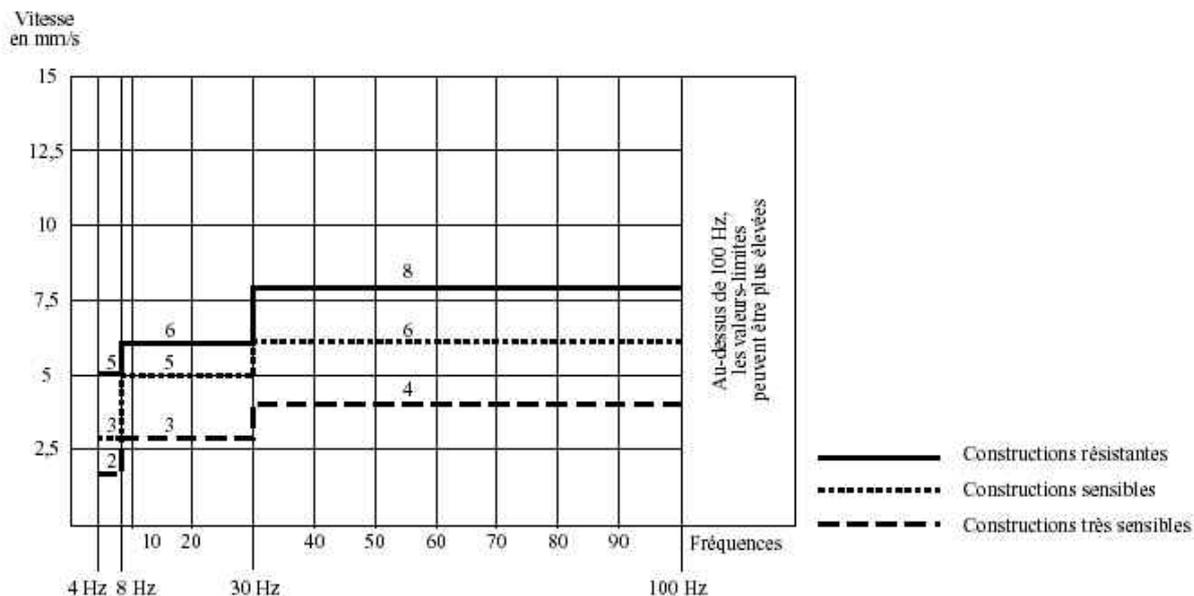
L'extracteur d'air de la cheminée est lui aussi considéré– au sens de la circulaire- comme étant des sources continues ou assimilées.

Définition de la classification des constructions

Trois ensembles de constructions sont définis : résistantes, sensibles, très sensibles.

Le graphe suivant (partie 2 de l'annexe de la circulaire du 23 juillet 1986) indique pour des vibrations continues ou assimilées les valeurs limites de la vitesse en fonction de la fréquence observée pour les trois ensembles de constructions.

Par exemple, une maison ou une construction à deux niveaux, en moellons, avec plancher et charpente en bois, fondation radier en béton armé rigide sur un terrain meuble non compacté ou humide est classée dans la catégorie 2, construction sensible.



Les seuils (indiqués en vitesse) afin de déterminer la probabilité de risque (où la probabilité d'apparition de désordre est non négligeable) sont par exemple pour les constructions sensibles :

- de **5 mm/s** (valeur maximale admissible dans un domaine de fréquence compris entre 8 et 30 Hz)
- de **6 mm/s** (entre 30 et 100 Hz).

3.2.2 EXPOSITION DES INDIVIDUS – PERCEPTION DES PERSONNES

Si des normes existent pour préciser les méthodes de mesures de vibrations subies par le corps humain, elles visent essentiellement à protéger la santé des personnes à leur poste de travail, comme la norme ISO 2631-partie 1 (engins de chantier, tracteurs, chariots élévateurs ou des engins

de type marteaux piqueurs. Toutefois, la la norme ISO 2631-Partie 2- fournit des principes directeurs concernant l'exposition des individus à des vibrations dans les bâtiments.

La vibration générée par un passage de Metro -ou de train travaux- (source intermittente au sens de cette norme) et perçue tactilement dans un logement est principalement significative entre 8 et 100 Hz. Sur cette plage de fréquences, les courbes de seuil de perception tactile, exprimées en vitesse, sont définies par la norme ISO 2631 sous forme de droites horizontales en fonction de la fréquence.

Quant à l'extracteur de la cheminée, il sera considéré comme étant une source continue au sens de la norme ISO 2631.

Les vibrations dans les bâtiments seront perçues différemment par les personnes en fonction de la gamme de fréquences. On distinguera :

- les vibrations du corps humain (gamme de fréquences de 1 à 80 Hz)
- les vibrations structurales du bâtiment avec l'effet direct du bruit rayonné ou bruit solidien, par les parois (gamme de fréquences de 16 à 250 Hz).

Les seuils de perception sont indiqués par la norme 2631-2, version de 1989, « Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps – partie 2 vibrations continues et induites par les chocs dans les bâtiments » critères : santé – confort – perception. Les valeurs des seuils en vitesse sont résumées dans le tableau suivant :

| | | Niveau continu ou intermittent | | |
|--|--------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------|
| | | En vitesse de référence | | |
| Locaux | | Z (mm/s) | Z(dB) réf 5×10^{-8} m/s | X -Y (mm/s) |
| Hôpitaux, industries sensibles, laboratoires | Jour et nuit | 0.1 | 66 | 0.29 |
| | Habitations | | | |
| | Nuit | 0.14 | 69 | 0.40 |
| | Jour | 0.2 | 72 | 0.57 |

La valeur seuil de 69 dBv est généralement retenue en sachant qu'elle correspond à une probabilité de perception tactile de 50% par des personnes alertes et aptes (source norme NF ISO 2631-2 1989).

La norme 2631 a depuis été revue et adaptée (en 2003), conduisant à de nouvelles courbes de pondération des spectres vibratoires et supprimant toute référence à des valeurs limites admissibles car une étude internationale menée pour identifier les niveaux de vibrations acceptables a abouti à une très large plage de valeurs, ce qui a conduit les rédacteurs des nouvelles versions de ces normes à ne fournir aucune recommandation.

3.2.3 EXPOSITION DES INDIVIDUS – GENE DES PERSONNES

Il n'existe pas en France de réglementation précisant les niveaux de vibrations considérés comme gênants pour les occupants d'habitations car la notion de gêne présente en pratique des variations interpersonnelles très importantes. Toutefois, selon la norme ferroviaire NF ISO 14837 « les niveaux de vibrations générés à l'intérieur des bâtiments proches de lignes ferroviaires sont tels que dans certaines situations, ils sont accompagnés (par ordre de grandeur) d'une gêne, d'un inconfort, d'une perturbation de l'activité et à des niveaux extrêmes ils peuvent même affecter la santé ». Cette norme ferroviaire précise également que des « vibrations structurales dans les bâtiments peuvent être détectées par les occupants et les affecter de diverses manières : elles peuvent réduire leur qualité de vie ainsi que leur efficacité au travail. Ces effets sont examinés dans l'ISO 2631-2 ». Il s'agit du bruit solidien.

En terme d'inconfort vis-à-vis du bruit, on peut se référer aux directives de l'OMS qui recommandent un niveau sonore (niveau équivalent sur l'ensemble de la période considérée) à l'intérieur des logements ne dépassant pas 35 dB(A) entre 06h00 et 22h00 et 30 dB(A) entre 22h00 et 06h00, ainsi qu'un L_{Amax} (niveau maximal instantané) inférieur à 45 dB(A). Cette valeur du L_{Amax} doit néanmoins être pondérée par l'occurrence de l'événement perturbateur et être associée à un fait clairement

identifié (passage de trains, sirène, aboiement, parole, ...). Ces seuils ont pour objectif de limiter la perturbation du sommeil.

Les niveaux de 35 et 30 dB(A) cités ci-dessus sont mesurés sur l'ensemble des périodes diurnes et nocturnes. Seule la mesure du L_{Amax} concerne des bruits ponctuels, comme un passage de train.

La perception audible d'un passage de train souterrain est due au bruit rayonné par les parois soumises aux vibrations avec une prédominance par le plancher, bruit solidien. Il apparaît lorsque qu'il dépasse le bruit de fond et procure un ressenti sonore de type «grondement» audible par transmission dans l'air des locaux.

Dans le tableau suivant, issu d'études expérimentales, il est proposé une relation entre des niveaux de vitesse vibratoire à **l'intérieur d'un logement** (mesure sur la dalle) et la réponse des individus, tout en rappelant que des variations interpersonnelles très importantes existent.

| Lv* en dBv | Perception tactile | Réponse des individus – perception sonore** |
|------------|-------------------------|--|
| 90 | Très Forte | Panique – plainte – effet sur la santé - nuisance sonore avérée > 60 dB(A) |
| 80 | Forte | Inquiétude – plainte – effet sur le sommeil - gêne sonore avérée > 50 dB(A) |
| 75 | moyenne | Gêne avec plainte de certains riverains, Notion d'inconfort et perturbation d'activité de concentration. Perception auditive avérée «grondement audible», entre 42 et 45 dB(A) |
| 69 | Moyenne-faible | Gêne possible avec plainte de certains riverains - perception auditive dans les locaux calmes de l'ordre de 38 dB(A). |
| 66 | Faible négligeable | Gêne possible sans plainte - Faible perception auditive de l'ordre de 35 dB(A) |
| 60 | Très faible Négligeable | Pas de gêne -Tout début de perception sonore pour des logements en ambiance sonore très calme –. 30 dB(A) |
| 50 | Aucune | Pas de réaction - Pas de perception audible |

Il existe souvent une confusion entre le bruit et les vibrations. Les riverains peuvent avoir parfois l'impression de ressentir des vibrations alors que seul le bruit solidien est détectable.

* Lv : Niveau de vitesse vibratoire maximale mesuré sur une dalle de 20cm, avec un spectre présentant un maximum d'énergie à 50Hz

** La réponse humaine aux vibrations dans les bâtiments est très complexe. Dans de nombreux cas, le degré de la gêne et la plainte ne peuvent pas être directement expliqués par la seule amplitude de vibrations, elle est par exemple également liée au temps d'exposition.

4. DIAGNOSTIC ACTUEL DE LA SITUATION

4.1 DESCRIPTION DU SITE ET DES SOURCE DE BRUIT

4.1.1 DESCRIPTION DE LA SITUATION DU PROJET

L'emprise du projet de construction du bâtiment de logement à rue Ozanam est situé à proximité directe de la cheminée « Ozanam » du Metro de Marseille.

Cette configuration présente un risque de transmission de bruit et de vibration aux logements du bâtiment.

Les sources susceptibles de créer une gêne dans les logements sont scindées en deux catégories :

Sources acoustiques :

- Transmission du bruit de passage de Metro via la gaine de ventilation
- Transmission du bruit du ventilateur via la gaine de ventilation
- Transmission du bruit de passage de train travaux via la gaine de ventilation
- Transmission du bruit du compresseur du train travaux via la gaine de ventilation durant une intervention du train travaux au niveau de la cheminée « Ozanam »

Sources vibratoires :

- Transmission des vibrations aux fondations du bâtiment durant un passage de métro
- Transmission des vibrations aux fondations du bâtiment durant le fonctionnement du ventilateur
- Transmission des vibrations aux fondations du bâtiment durant le passage de trains travaux.

L'état d'avancement des travaux était le suivant :

- Gros œuvre finalisé pour les deux premiers étages du bâtiment
- Absence des menuiseries sur les ouvertures en façade.

4.1.2 CARACTERISTIQUES DES SOURCES ACOUSTIQUES ET VIBRATOIRES :

Caractéristiques du ventilateur :

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| • Marque : | Solivent Ventec |
| • Débit d'air : | 100 000 m ³ /h |
| • Pression statique : | 20 mm CE |
| • Moteur : | CEM 380 V – 45 kW, 1000 tr/min |
| • Nombre de pâles : | 12 |
| • Poids ventilateur + moteur : | 1805 daN. |

Ce ventilateur est réglé pour deux configurations de fonctionnement :

- Configuration « insufflation » : permettant d'orienter le débit d'air vers le tunnel via la cheminée d'aération
- Configuration « extraction » : permettant d'orienter le débit d'air vers l'extérieur du tunnel via la cheminée d'aération

Ce ventilateur est implanté entre l'entrée basse de la cheminée et le tunnel. Il est actuellement posé sur des plots antivibratiles



Ventilateur cheminée « ozanam »

et raccordé au bâti via un manchon souple.

De plus un piège à son à baffles parallèles est implanté en aval de ce ventilateur. Ce piège à son est caractérisé par les dimensions suivantes :

- Longueur du piège à son : 1500mm
- Epaisseur de baffles : 200mm
- Epaisseur des voies d'air : 100mm

Caractéristiques du Metro

Les Métros de Marseille sont des Métros sur pneu. La voie de Métro proche de l'emprise du projet est celle du Metro « M2 », entre les arrêts « Jules Guesde » et « Saint Charles ». Les Métros circulent de 5h00 du matin à 23h (Le weekend de 5h00 à 00h30) avec une fréquence moyenne d'un Metro toutes les 5min, par voie de circulation jusqu'à 18h30, la fréquence de passage diminue ensuite jusqu'à l'arrêt complet du service.

Caractéristiques du train travaux

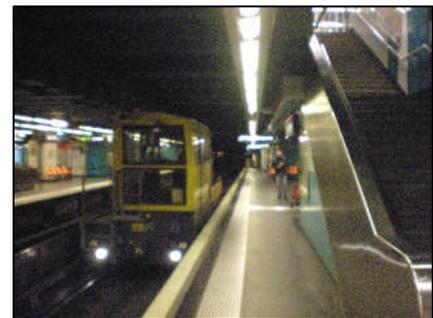
Les trains travaux sont des trains munis de roues métalliques, ils sont équipés en général d'un compresseur, et d'une grue sur wagon.

Au maximum, deux trains travaux par nuit (entre 00h00 et 04h00) peuvent effectuer leur passage sur la zone concernée.

Les trains travaux roulent au maximum à 15km/h

Les trains travaux sont munis d'un compresseur, ils peuvent éventuellement, pour une intervention être à l'arrêt au niveau de la cheminée et mettre le compresseur en fonctionnement.

Par conséquent, le train travaux peut avoir un impact acoustique et vibratoire sur les logements de la rue Ozanam lors d'un simple passage sur la voie (configuration passage de train), mais également en étant à l'arrêt avec le compresseur en fonctionnement (configuration train en intervention).



Train travaux



Compresseur du train travaux

Pour réaliser une analyse exhaustive de la situation, des mesures acoustiques et vibratoires ont été réalisées. Les résultats de mesure sont résumés dans le chapitre suivant.

4.2 METHODOLOGIE DE MESURE

Les mesures ont été réalisées le 07/02/2013 et le 08/02/2013

Les emplacements de mesures ont été choisis de manière à caractériser au mieux l'impact des sources sonores et vibratoire sur le projet de logements.

Trois emplacements de mesures ont été sélectionnés :

- PF1 : Mesure acoustique au milieu du studio mitoyen à la cheminée de ventilation – niveau RdCH
- PV1 : Mesure vibratoire au milieu de la dalle basse du studio situé au RdCH
- PV2 : Mesure vibratoire au milieu du voile béton séparatif entre le studio du RdCH et la cheminée de ventilation



**PF1 : mesure acoustique
au milieu du studio –
niveau RdCh**



**PV2 : mesure vibratoire sur mur
mitoyen – niveau RdCh**



**PV1 : mesure vibratoire
sur dalle basse – niveau
RdCh**

Les mesures suivantes ont été réalisées:

Mesures acoustiques :

- Niveaux de bruit résultants dans le studio du RDC mitoyen à la cheminée (PF 1)

Mesure vibratoires :

- Mesure du niveau vibratoire selon l'axe normal à la paroi séparative entre le studio et la cheminée.
- Mesure des niveaux vibratoires selon les trois directions de l'espace sur la dalle basse du studio.

Les essais acoustiques ont été effectués selon la norme NFS 31-010 intitulée « Caractérisation des bruits de l'environnement », pour la vérification de l'impact sonore dans le voisinage et selon la norme NFS 31-057 intitulée « Vérification de la qualité acoustique des bâtiments » pour la vérification des performances du bâtiment.

Les essais vibratoires ont été effectués selon la norme ISO 4866 intitulée « Vibration et chocs mécaniques – Vibrations des bâtiments – Lignes directives pour le mesurage des vibrations » et selon la norme ISO 2631-2 intitulée « Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps ».

Le matériel de mesure utilisé est décrit en Annexe 2.

Les fiches de résultats détaillés sont renvoyées en annexe 3.

4.2.1 CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques lors des mesures étaient les suivantes (voir relevés en annexe 4)
Pas de précipitation, vent fort oscillant entre 7 et 11 m/s.

Ces fortes rafales contribuent à l'augmentation du bruit résiduel (bruits dus aux mouvements d'éléments légers présents sur le chantier type « bardage métallique »).

L'analyse des mesures tiendra compte de ces conditions météo particulières.

4.2.2 CHRONOLOGIE DES MESURES

La chronologie des mesures était la suivante :

18h15 : *Extracteur d'air à l'arrêt*

- De 18h40 à 19h30 : Mesure des niveaux acoustiques et vibratoires résultants des passages de Metro
- De 00h25 à 00h30 : Mesures des niveaux acoustiques et vibratoires résultants des passages du train travaux.

00h31 : *Arrêt du train travaux au niveau de la cheminée avec compresseur en fonctionnement (configuration train travaux en intervention)*

- De 00h33 à 00h36 : Mesure du niveau acoustique résultant du fonctionnement du compresseur

00h37 : *Mise en fonctionnement de l'extracteur en régime « Insufflation »*

- De 00h44 à 00h48 : Mesure des niveaux acoustiques résultant du fonctionnement de l'extracteur en régime « Insufflation » en simultané avec le fonctionnement du compresseur du train travaux

00h49 : *Mise en fonctionnement de l'extracteur en régime « Extraction »*

- De 00h49 à 00h52 : Mesure des niveaux acoustiques résultant du fonctionnement de l'extracteur en régime « Extraction » en simultané avec le fonctionnement du compresseur du train travaux

00h53 : *arrêt du compresseur du train travaux*

- De 00h53 à 00h56 : Mesure des niveaux acoustiques et vibratoires résultant du fonctionnement de l'extracteur en régime « Extraction »

00h56 : *Mise en fonctionnement de l'extracteur en régime « Insufflation »*

- De 01h00 à 01h03 : Mesure des niveaux acoustiques et vibratoires résultant du fonctionnement de l'extracteur en régime « Insufflation »

5. RESULTATS DES MESURES

5.1 RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES

5.1.1 EMERGENCE GLOBALE :

Le tableau suivant présente les résultats des mesures de niveau sonore et d'émergence constatée en période diurne (7h-22h) dans le studio du RdCh situé en mitoyenneté directe avec la cheminée d'extraction :

| Source sonore concernée | Localisation | Niveau ambiant L ₉₀ * en dB(A) | Niveau résiduel L ₉₀ * en dB(A) | Emergence en dB(A) | Emergence admissible en dB(A) | Conformité |
|-------------------------|---------------------------------------|--|---|--------------------|-------------------------------|------------|
| Passage de Metro | PF1 : à l'intérieur du studio au RdCH | 52.5 | 50.0 | 2.5 | 5.0 | OUI |

(*) L'indice statistique L_{90} représente le niveau sonore atteint ou dépassé durant 90 % du temps de la mesure, il permet de s'affranchir des sources de bruits parasites comme les passages de véhicules, aboiements, etc.... Il correspond au niveau sonore résiduel lors des périodes les plus calmes.

Le tableau suivant présente les résultats des mesures de niveau sonore et d'émergence constatée en période nocturne (22h-7h):

| Source sonore concernée | Localisation | Niveau ambiant L_{90} en dB(A) | Niveau résiduel L_{90} en dB(A) | Emergence en dB(A) | Emergence admissible en dB(A) | Conformité |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------|------------|
| Passage de train travaux | PF1 : à l'intérieur du studio au RdCH | 43.5 | 39.5 | 4.0 | 3.0 | NON |
| Insufflateur + compresseur | | 46.0 | 39.5 | 6.5 | 3.0 | NON |
| Extracteur + compresseur | | 46.5 | 39.5 | 7.0 | 3.0 | NON |
| Insufflateur seul | | 46.0 | 39.5 | 6.5 | 3.0 | NON |
| Extracteur seul | | 45.5 | 39.5 | 6.0 | 3.0 | NON |

(*) L'indice statistique L_{90} représente le niveau sonore atteint ou dépassé durant 90 % du temps de la mesure, il permet de s'affranchir des sources de bruits parasites comme les passages de véhicules, aboiements, etc.... Il correspond au niveau sonore résiduel lors des périodes les plus calmes.

Analyse et commentaires :

Les émergences mesurées en période diurne lors des passages de métro sont conformes aux objectifs réglementaires. L'émergence mesurée est essentiellement due aux fluctuations du bruit résiduel.

Les mesures réalisées en période nocturne ne respectent pas les objectifs réglementaires.

Les mesures de passage de train travaux ont été réalisées durant 4 aller/retour consécutifs du train, l'émergence mesurée est de 4dB(A). Il convient tout de même de préciser qu'au sens de la réglementation de bruit de voisinage, un terme correctif peut être ajouté à l'émergence maximale admissible. Ce terme dépend de la durée cumulée d'apparition du bruit.

Ainsi, dans le cas où la durée totale de passage et d'intervention du train travaux ne dépasse pas 8 heures, l'émergence maximale admissible serait de 4dB(A). Par conséquent la mesure d'émergence liée au train travaux respecterait l'objectif réglementaire.

Le ventilateur étant considéré comme une source fonctionnant en continue, les mesures d'émergence associées ne respectent pas l'objectif réglementaire.

En effet les émergences mesurées sont de l'ordre de 6 à 7dB(A) pour une émergence maximale de 3dB(A).

De plus, il faut noter que le niveau résiduel mesuré est relativement élevé compte tenu de l'environnement sonore de la zone (faible trafic dans la rue Ozanam, absence d'équipements tiers bruyants fonctionnant en permanence). Cette anomalie est due essentiellement aux fortes rafales durant notre intervention et aux bruits provoqués par l'impact du vent sur les bardages métalliques du chantier.

Par conséquent, le bruit résiduel réellement représentatif de la situation du site est sans doute moins élevé que celui mesuré, ce qui implique une émergence d'autant plus importante des sources sonores étudiées et plus particulièrement l'émergence du bruit du ventilateur.

Pour un site de type « urbain » avec peu de trafic routier local, le niveau résiduel pourrait être inférieur à 35 dB(A).

Etant donné l'avancement des travaux (gros-œuvre en cours de réalisation), les mesures réalisées correspondent à des niveaux sonores extérieurs.

Le positionnement du point de mesure « à l'intérieur » du futur logement permet surtout de le protéger du vent.

Les bruits caractérisés correspondent donc à une transmission aérienne par le conduit de ventilation et en contournement par la façade ouverte.

Les niveaux sonores « futurs » (bâtiment achevé) seront forcément beaucoup plus faibles (niveaux résiduels et bruits transmis).

5.1.2 EMERGENCE SPECTRALE

Les résultats des mesures réalisées par bande d'octave au point PF1 sont les suivants :

| Source sonore : passage de Metro | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|---------------------------|------------|
| Fréquence | Niveau Ambient L90 (dB) | Niveau Résiduel L90 (dB) | Emergence (dB) | Emergence admissible (dB) | Conformité |
| 125 Hz | 52.0 | 41.5 | 0.5 | 7 | OUI |
| 250 Hz | 50.0 | 41.0 | 1.0 | 7 | OUI |
| 500 Hz | 48.5 | 37.5 | 2.0 | 5 | OUI |
| 1 kHz | 47.5 | 34.0 | 2.0 | 5 | OUI |
| 2 kHz | 42.0 | 28.0 | 2.5 | 5 | OUI |
| 4 kHz | 36.0 | 18.5 | 3.5 | 5 | OUI |

| Source sonore : passage de train travaux | | | | | |
|--|-------------------------|--------------------------|----------------|---------------------------|------------|
| Fréquence | Niveau Ambient L90 (dB) | Niveau Résiduel L90 (dB) | Emergence (dB) | Emergence admissible (dB) | Conformité |
| 125 Hz | 45.0 | 41.5 | 3.5 | 7 | OUI |
| 250 Hz | 45.5 | 41.0 | 4.5 | 7 | OUI |
| 500 Hz | 41.0 | 37.5 | 3.5 | 5 | OUI |
| 1 kHz | 38.5 | 34.0 | 4.5 | 5 | OUI |
| 2 kHz | 30.5 | 28.0 | 2.5 | 5 | OUI |
| 4 kHz | 19.5 | 18.5 | 1.0 | 5 | OUI |

| Source sonore : extracteur en insufflation + compresseur | | | | | |
|--|-------------------------|--------------------------|----------------|---------------------------|------------|
| Fréquence | Niveau Ambient L90 (dB) | Niveau Résiduel L90 (dB) | Emergence (dB) | Emergence admissible (dB) | Conformité |
| 125 Hz | 52.0 | 41.5 | 10.5 | 7 | NON |
| 250 Hz | 50.0 | 41.0 | 9.0 | 7 | NON |
| 500 Hz | 42.5 | 37.5 | 5.0 | 5 | OUI |
| 1 kHz | 38.5 | 34.0 | 4.5 | 5 | OUI |
| 2 kHz | 30.0 | 28.0 | 2.0 | 5 | OUI |
| 4 kHz | 18.5 | 18.5 | 0.0 | 5 | OUI |

| Source sonore : extracteur en extraction + compresseur | | | | | |
|--|-------------------------|--------------------------|----------------|---------------------------|------------|
| Fréquence | Niveau Ambient L90 (dB) | Niveau Résiduel L90 (dB) | Emergence (dB) | Emergence admissible (dB) | Conformité |
| 125 Hz | 51.0 | 41.5 | 9.5 | 7 | NON |
| 250 Hz | 51.0 | 41.0 | 10.0 | 7 | NON |
| 500 Hz | 43.5 | 37.5 | 6.0 | 5 | NON |
| 1 kHz | 39.5 | 34.0 | 5.5 | 5 | NON |
| 2 kHz | 32.0 | 28.0 | 4.0 | 5 | OUI |
| 4 kHz | 23.0 | 18.5 | 4.5 | 5 | OUI |

| Source sonore : extracteur seul en insufflation | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------------|----------------|---------------------------|------------|
| Fréquence | Niveau Ambient L90 (dB) | Niveau Résiduel L90 (dB) | Emergence (dB) | Emergence admissible (dB) | Conformité |
| 125 Hz | 52.5 | 41.5 | 11.0 | 7 | NON |
| 250 Hz | 48.0 | 41.0 | 7.0 | 7 | OUI |
| 500 Hz | 42.0 | 37.5 | 4.5 | 5 | OUI |

| | | | | | |
|-------|------|------|-----|---|-----|
| 1 kHz | 37.5 | 34.0 | 3.5 | 5 | OUI |
| 2 kHz | 30.5 | 28.0 | 2.5 | 5 | OUI |
| 4 kHz | 19.5 | 18.5 | 1.0 | 5 | OUI |

| Source sonore : Extracteur seul en extraction | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------------|----------------|---------------------------|------------|
| Fréquence | Niveau Ambient L90 (dB) | Niveau Résiduel L90 (dB) | Emergence (dB) | Emergence admissible (dB) | Conformité |
| 125 Hz | 52.0 | 41.5 | 10.5 | 7 | NON |
| 250 Hz | 48.5 | 41.0 | 7.5 | 7 | NON |
| 500 Hz | 41.5 | 37.5 | 4.0 | 5 | OUI |
| 1 kHz | 36.5 | 34.0 | 2.5 | 5 | OUI |
| 2 kHz | 28.5 | 28.0 | 0.5 | 5 | OUI |
| 4 kHz | 18.5 | 18.5 | 0.0 | 5 | OUI |

Analyse et commentaire :

De même que pour les résultats globaux, les émergences spectrales mettent en évidence une non-conformité des niveaux mesurés pour les passages de train travaux, et pour le fonctionnement du ventilateur.

Les mesures liées au passage de Metro (période diurne) respectent les exigences réglementaires.

5.2 RESULTATS DES MESURES VIBRATOIRES

5.2.1 DOMMAGES AUX STRUCTURES

Pour quantifier les éventuels dommages induits à la structure par les différentes sources vibratoires, un prélèvement de la valeur de la vitesse crête est opéré sur la dalle basse (PV1) et sur le voile béton (PV2).

Le tableau suivant présente les valeurs maximales mesurées et les compare au seuil de dommage aux structures.

| Emplacement | Source vibratoire mesurée | Vitesse crête maximale mesurée (mm/s) | Seuil de dommages aux structures (mm/s) | Dépassement du seuil |
|--|--|---------------------------------------|---|----------------------|
| PV1 milieu de la dalle basse du RdCH | Passage de Metro | 0.42 | 3 | NON |
| | Passage de train travaux | 0.02 | | NON |
| | Ventilateur en régime « Insufflation » | 0.02 | | NON |
| | Ventilateur en régime « Extraction » | 0.03 | | NON |
| PV2 Milieu du voile béton séparatif entre le studio du RdCH et la cheminée de ventilation | Passage de Metro | 0.06 | 3 | NON |
| | Passage de train travaux | 0.02 | | NON |
| | Ventilateur en régime « Insufflation » | 0.02 | | NON |
| | Ventilateur en régime « Extraction » | 0.02 | | NON |

Analyse et commentaire :

Les valeurs crêtes maximales relevées pour les passages de Metro sont en moyenne 7 à 10 fois inférieures au seuil de dommage aux structures.

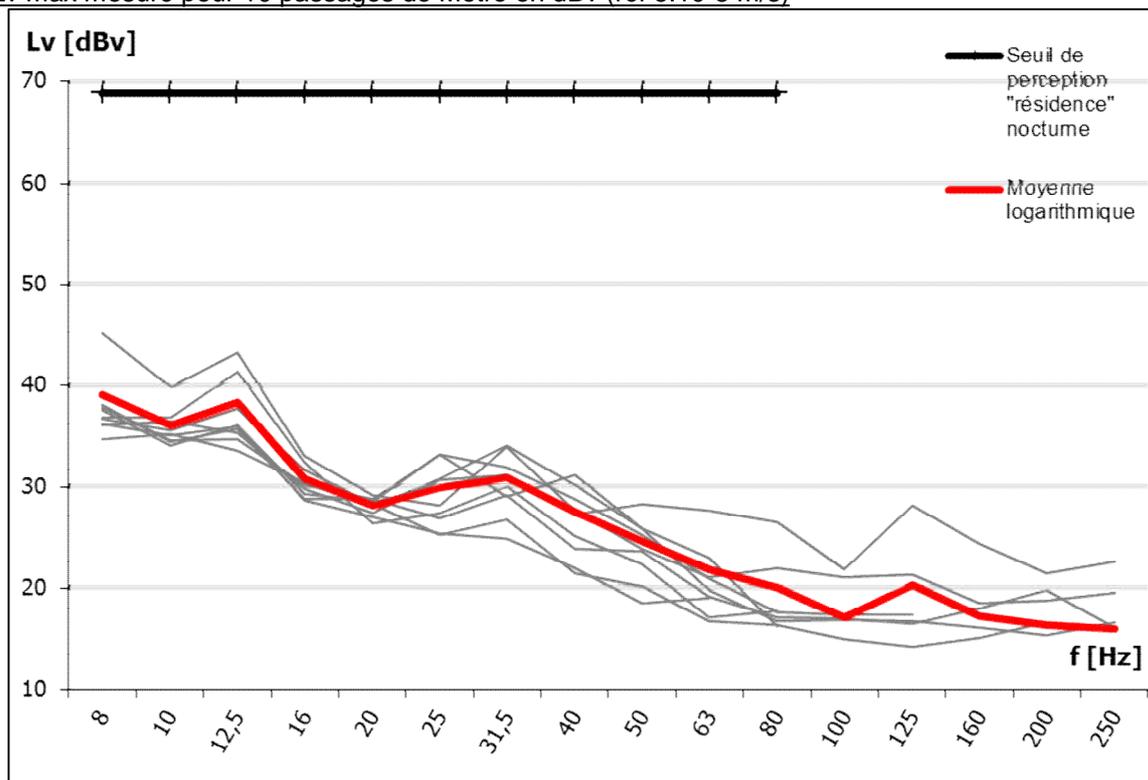
Pour les autres sources vibratoires, les valeurs mesurées sont 100 fois inférieures au seuil de dommage aux structures.

5.2.2 PERCEPTION TACTILE

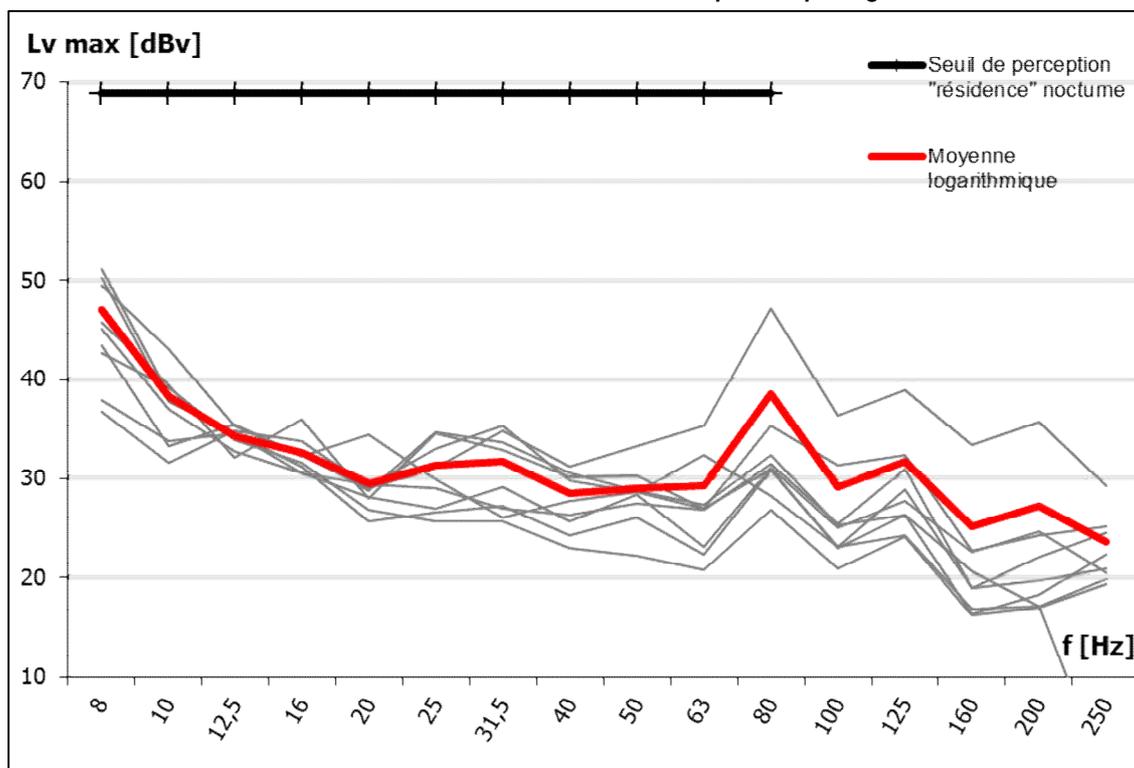
Pour quantifier la perception tactile vis-à-vis des personnes dans les futurs logements, un prélèvement du niveau vibratoire RMS maximale est opéré sur les emplacements de mesure sélectionnés. Ces valeurs sont ensuite comparées au seuil de perception tactile pour la période nocturne (période la plus contraignante)

Les graphes suivants présentent les résultats de mesure en dBv (réf 5.10-8 m/s) par emplacement et par source vibratoire :

Lv max mesuré pour 10 passages de Metro en dBv (réf 5.10-8 m/s)

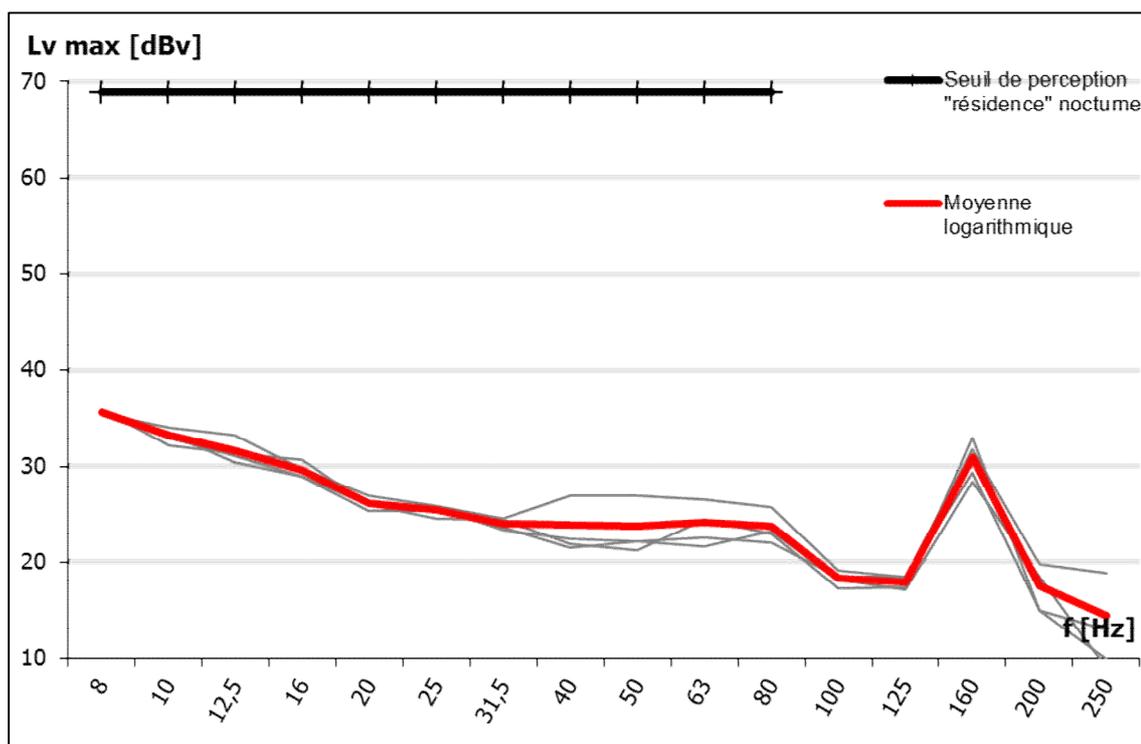


Niveau vibratoire mesuré au PV1 selon l'axe Normal au sol pour les passages de Metro

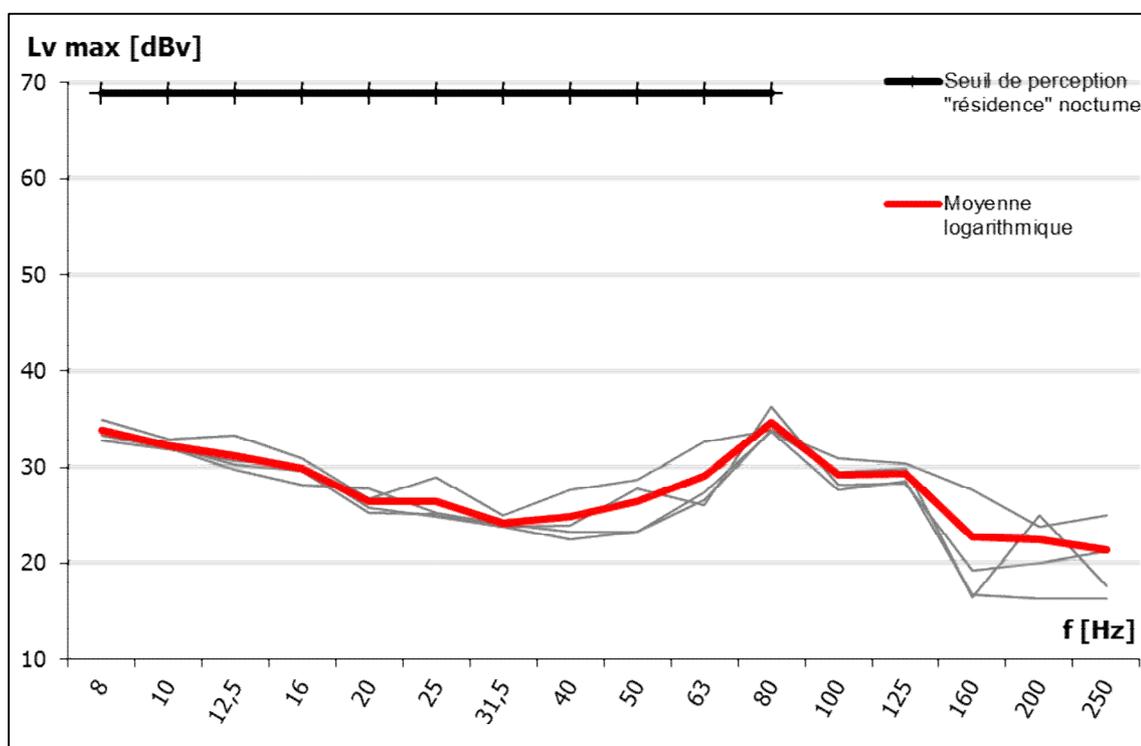


Niveau vibratoire mesuré au PV2 selon l'axe normal au voile béton pour les passages de Metro

Lv max mesuré pour 4 aller/retour de trains travaux en dBv (réf 5.10-8 m/s)

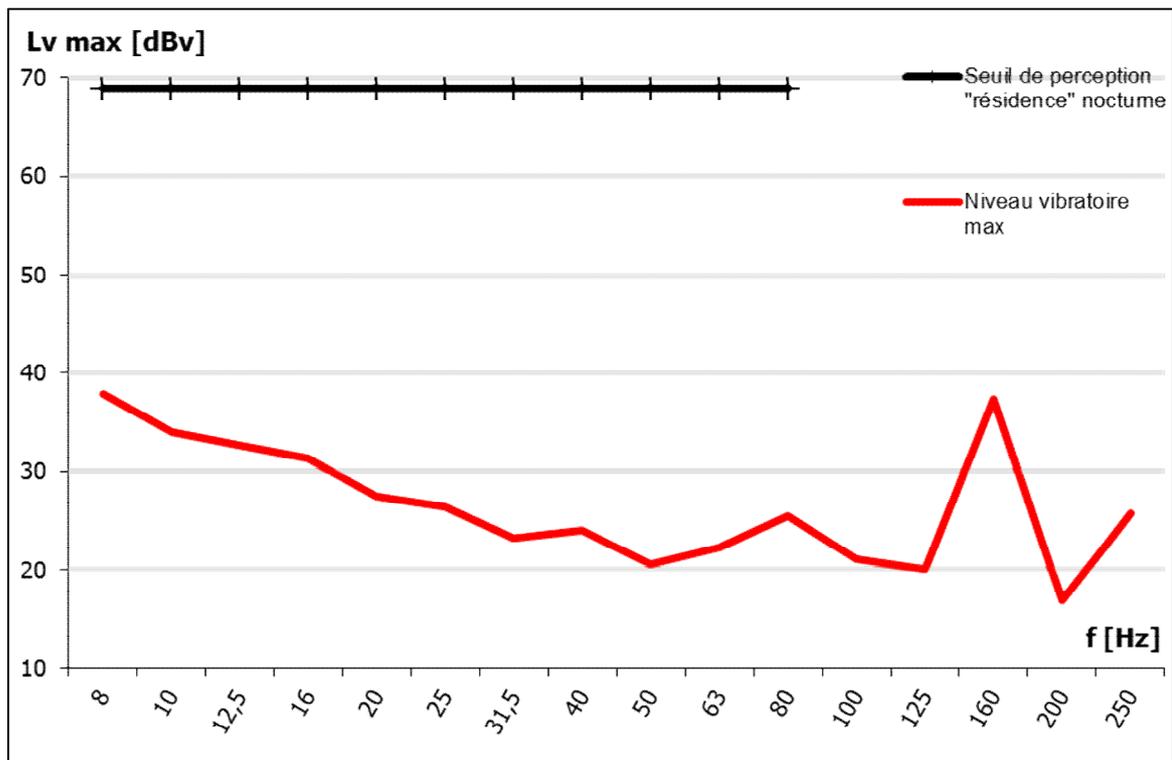


Niveau vibratoire mesuré au PV1 selon l'axe normal au sol pour les passages de train travaux

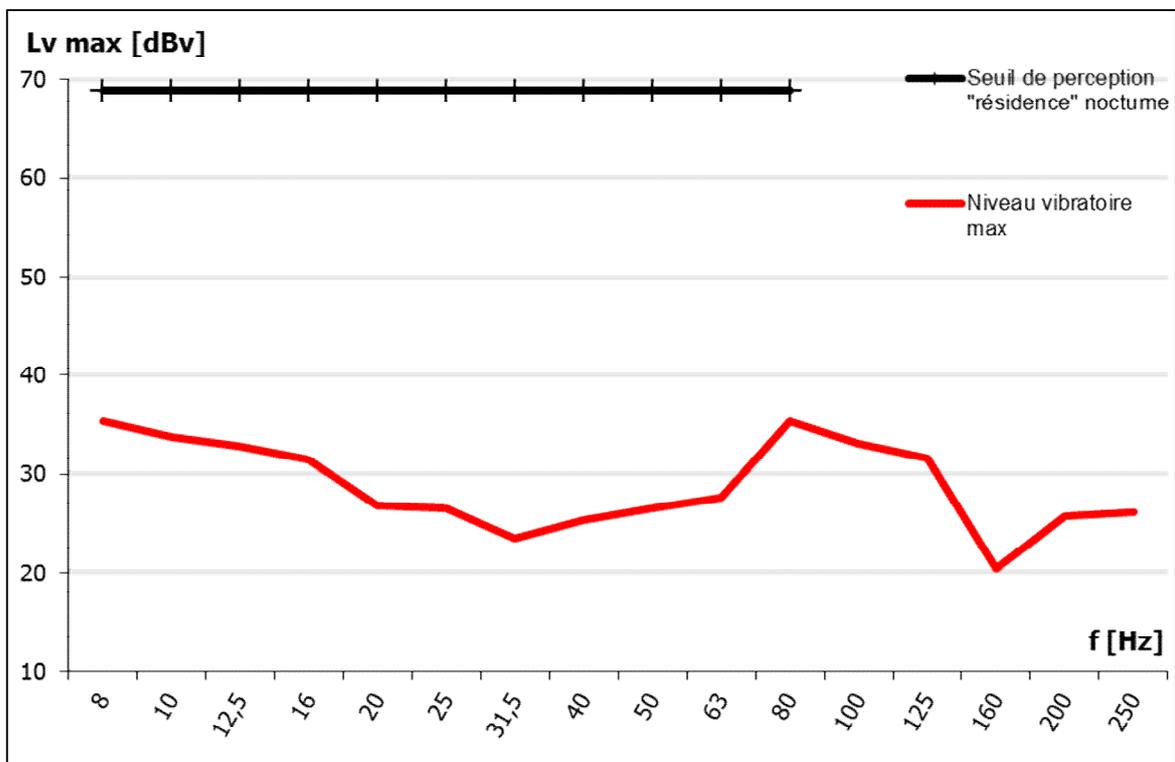


Niveau vibratoire mesuré au PV2 selon l'axe normal au voile béton pour les passages de train travaux

Lv max mesuré pour un fonctionnement du ventilateur en régime « Extraction »

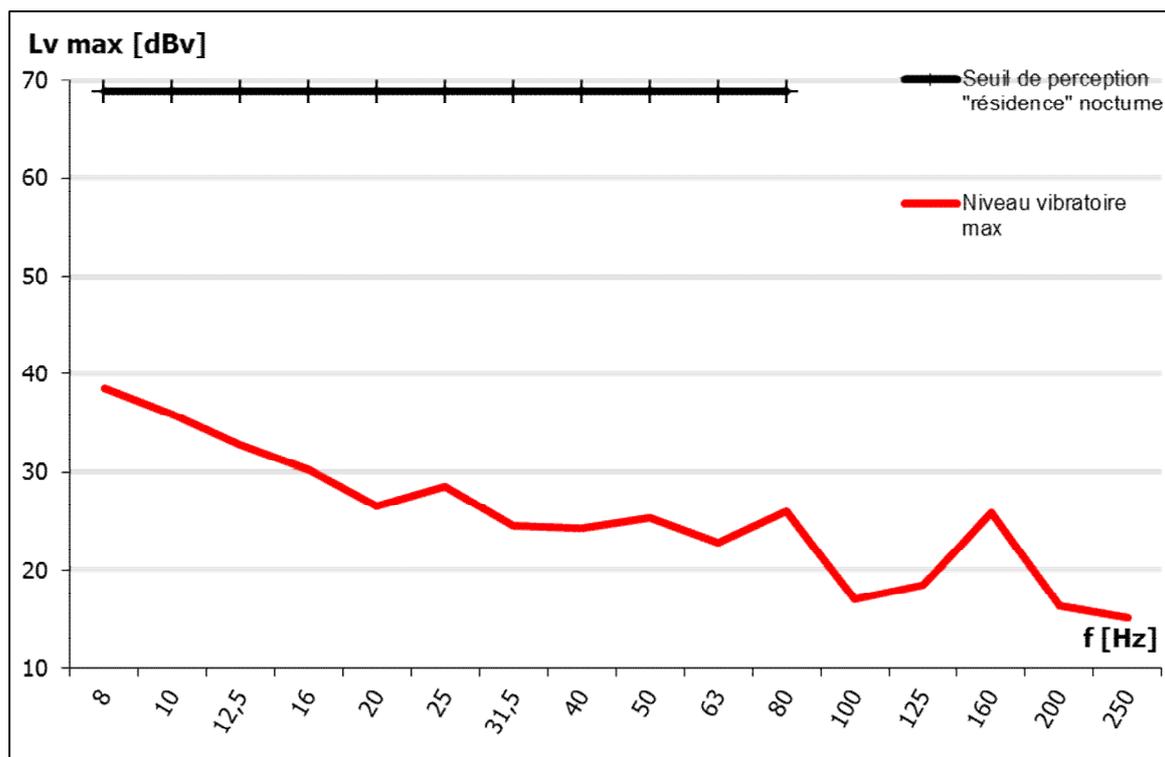


Niveau vibratoire mesuré au PV1 selon l'axe normal au sol pour un fonctionnement du ventilateur en régime « Extraction »

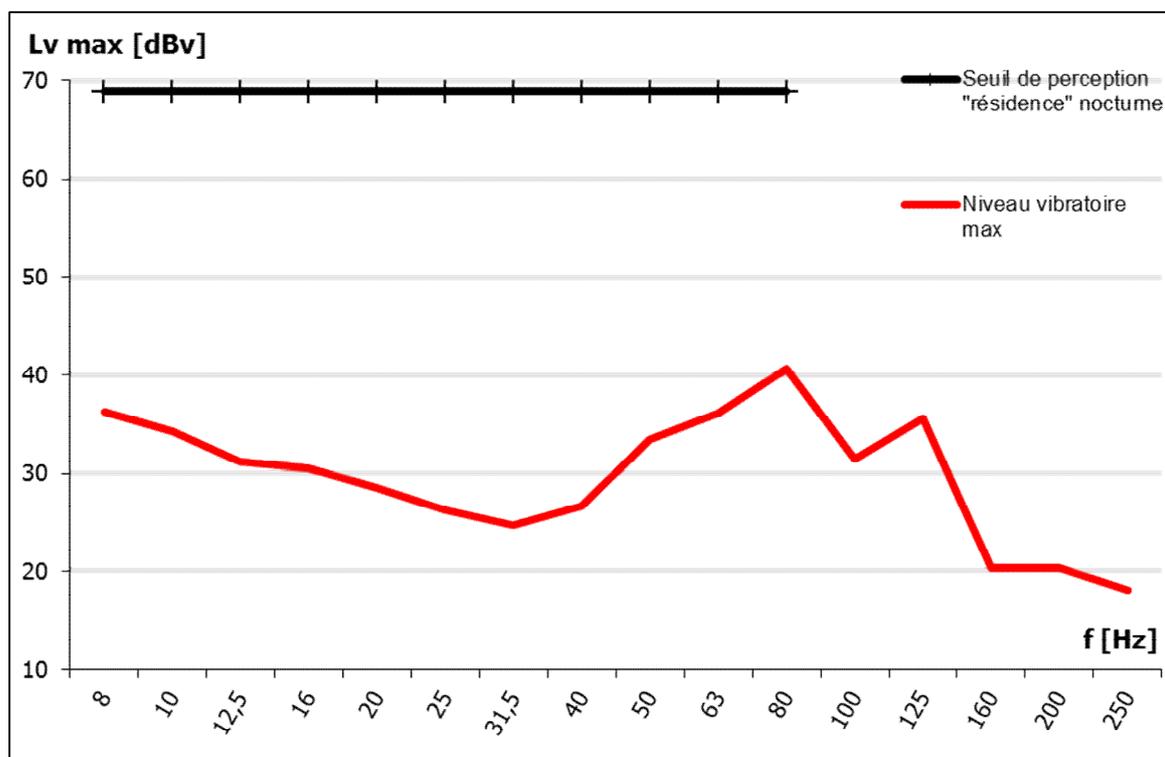


Niveau vibratoire mesuré au PV2 selon l'axe normal au voile béton pour un fonctionnement du ventilateur en régime « Extraction »

Lv max mesuré pour un fonctionnement du ventilateur en régime « Insufflation »



Niveau vibratoire mesuré au PV1 selon l'axe normal au sol pour un fonctionnement du ventilateur en régime « Insufflation »



Niveau vibratoire mesuré au PV2 selon l'axe normal au voile béton pour un fonctionnement du ventilateur en régime « Insufflation »

Analyse et commentaire

Afin de s'affranchir des variations du niveau vibratoire liées à la charge du Metro, à sa vitesse et autres paramètres difficilement quantifiables, les mesures ont été réalisées pour 10 passages de Metro. Le niveau retenu est la moyenne logarithmique des 10 passages.

Le niveau vibratoire maximal retenu comme étant la signature spectrale du passage de Metro ne dépasse pas le seuil de perception tactile défini. En effet, le niveau vibratoire est inférieur à 50dBv sur l'ensemble des fréquences, tandis que le seuil de perception est à 69dBv.

Pour obtenir une répétabilité de la mesure du niveau vibratoire engendré par un passage de train travaux, les mesures ont été réalisées pour 4 allers et retours du train travaux atteignant la vitesse de 15km/h au moment de son passage à proximité de la cheminée « Ozanam ». Le niveau retenu est la moyenne logarithmique sur les 4 aller/retour.

Le niveau vibratoire retenu pour le train travaux est largement inférieur au seuil de perception tactile.

Le niveau vibratoire engendré par le ventilateur étant stable en amplitude et en fréquence, le spectre vibratoire a été calculé à partir d'un enregistrement temporel suffisamment long (3 min), ce qui permet d'obtenir une signature spectrale représentative de l'impact du ventilateur.

Les niveaux vibratoires retenus pour le ventilateur sont également inférieurs aux seuils de perception tactile.

Le niveau mesuré ne dépasse pas 40dBv pour un seuil fixé à 69dBv.

5.2.3 PERCEPTION DU BRUIT RAYONNE (BRUIT SOLIDIEN)

A partir des résultats de mesures vibratoires réalisées sur la dalle basse (PV1), et sur le voile béton séparatif entre le logement du RdCH et la cheminée de ventilation (PV2), un calcul du niveau vibratoire global est réalisé entre les fréquences 16 et 250 Hz. Cette grandeur mesurée permet de statuer sur le respect ou non des seuils de bruit solidien.

A noter que le seuil vibratoire du bruit solidien a été fixé à 60dBvlin

Le tableau suivant compare les niveaux vibratoires globaux en dBvlin comparés au seuil de bruit solidien :

| Source vibratoire | Niveau vibratoire global en dBvlin (réf 5.10-8 m/s) | Seuil de bruit solidien en dBvlin (réf 5.10-8 m/s) | Dépassement du seuil |
|---|---|--|----------------------|
| Passage de Metro | 31.0 | 60 | NON |
| Passage du train travaux | 30.5 | 60 | NON |
| Fonctionnement du ventilateur en "Insufflation" | 31.5 | 60 | NON |
| Fonctionnement du ventilateur en "Extraction" | 31.5 | 60 | NON |

Analyse et commentaire :

Les niveaux vibratoires globaux mesurés pour les différentes sources vibratoires sont 30dBv en dessous du seuil conventionnel du bruit solidien. Les valeurs mesurées respectent donc le seuil du bruit solidien.

A noter que ce seuil vibratoire est communément accepté comme étant la valeur vibratoire à partir de laquelle un rayonnement acoustique du plancher et des parois devient perceptible. En effet, pour un niveau vibratoire global de 60dBvlin mesuré dans une pièce de 10 m², constituée d'une dalle et voiles béton de 20cm, un niveau acoustique rayonné de l'ordre de 30dB(A) à 40dB(A) (selon le type de train) est mesuré.

6. CONCLUSION

Les mesures vibratoires réalisées dans le futur bâtiment de logement ont pour but d'étudier les sources vibratoire suivantes :

- Les passages de Metro,
- Les passages du train travaux
- Le fonctionnement du ventilateur,

Les résultats des mesures mettent en évidence des niveaux vibratoires largement inférieurs au seuil de dommage aux structures.

Les niveaux vibratoires mesurés respectent les objectifs fixés en termes de perception tactile dans le bâtiment. En effet, les niveaux mesurés –pour l'ensemble des sources vibratoires- ne dépassent pas 50dBv pour un seuil fixé à 69dBv.

Malgré les charges importantes d'un passage de Metro, les valeurs associées sont faible du fait qu'il soit muni de pneu. Ce qui permet de traiter efficacement l'irrégularité du contact roue/rail, principal phénomène créateur de vibration lors d'un passage de Metro.

En ce qui concerne les passages de train travaux (muni de roues métalliques) leur faible vitesse de roulement (<15km/h) et leur faible charge (maximum deux wagons) expliquent essentiellement les faibles niveaux mesurés sur le bâtiment.

Les faibles niveaux vibratoire mesurés lors de la mise en fonctionnement du ventilateur est dû essentiellement à l'efficacité des plots antivibratiles sur lequel repose l'équipement et à la présence de manchon souple au niveau de son raccordement au bâti.

Les niveaux globaux mesurés pour les différentes sources vibratoires respectent également le seuil de perception de bruit solidien. Les valeurs mesurées sont 30dBv en dessous du seuil de perception du bruit solidien.

En période diurne, les résultats de mesure de niveau de pression acoustique dans le studio du Rez de Chaussée du bâtiment mettent en évidence une conformité aux exigences réglementaires vis-à-vis des passages de Metro.

En revanche, les valeurs acoustiques mesurées en période nocturne, montrent un dépassement des seuils durant les passages du train travaux et lors du fonctionnement du ventilateur.

De plus, les mesures du niveau résiduel réalisées sont représentatives de l'environnement sonore du site pour une configuration météorologique particulière, avec « vent fort ». Pour une configuration plus « calme » (vent faible ou nul), le dépassement serait plus important.

Ceci traduit une potentialité de dépassement de l'émergence réglementaire à l'extérieur du bâtiment de logements, la transmission de bruit étant réalisée le long du conduit de cheminée, via la grille, jusqu'à la façade du bâtiment.

A l'intérieur des logements, cette potentialité de non-conformité vis-à-vis de la réglementation de bruit de voisinage devra être traitée par une fermeture performante vis-à-vis de l'extérieur et par la mise en œuvre d'un doublage à haute performance acoustique autour de la cheminée de ventilation (type « plaques de plâtre et laine minérale sur ossature métallique indépendante »). Ce traitement acoustique devra être présent tout autour de la cheminée et sur toute sa hauteur traversant les étages du bâtiment.

ANNEXES

Annexe 1. Réglementation

DECRET N° 2006-1099 DU 31 AOUT 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique (dispositions réglementaires)

Le Premier ministre,
Sur le rapport du ministre de la santé et des solidarités,
Vu le code de l'environnement, notamment son article L. 571-18 ;
Vu le code pénal ;
Vu le code de la santé publique, notamment son article L. 1311-1 ;
Vu le code du travail ;
Vu la loi du 15 juin 1906 modifiée sur les distributions d'énergie ;
Vu l'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France en date du 31 janvier 2006 ;
Le Conseil d'Etat (section sociale) entendu,

Décète :

Art. 1er. – I. – Le chapitre IV du titre III du livre III de la première partie du code de la santé publique est ainsi intitulé : « Chapitre IV : Lutte contre la présence de plomb ou d'amiante et contre les nuisances sonores ».

II. – Il est inséré après la section 2 du chapitre IV du titre III du livre III de la première partie du code de la santé publique une section 3 ainsi rédigée :

« Section 3 « Lutte contre le bruit

« Art. R. 1334-30. – Les dispositions des articles R. 1334-31 à R. 1334-37 s'appliquent à tous les bruits de voisinage à l'exception de ceux qui proviennent des infrastructures de transport et des véhicules qui y circulent, des aéronefs, des activités et installations particulières de la défense nationale, des installations nucléaires de base, des installations classées pour la protection de l'environnement ainsi que des ouvrages des réseaux publics et privés de transport et de distribution de l'énergie électrique soumis à la réglementation prévue à l'article 19 de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie.

« Lorsqu'ils proviennent de leur propre activité ou de leurs propres installations, sont également exclus les bruits perçus à l'intérieur des mines, des carrières, de leurs dépendances et des établissements mentionnés à l'article L. 231-1 du code du travail.

« Art. R. 1334-31. – Aucun bruit particulier ne doit, par sa durée, sa répétition ou son intensité, porter atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme, dans un lieu public ou privé, qu'une personne en soit elle-même à l'origine ou que ce soit par l'intermédiaire d'une personne, d'une chose dont elle a la garde ou d'un animal placé sous sa responsabilité.

« Art. R. 1334-32. – Lorsque le bruit mentionné à l'article R. 1334-31 a pour origine une activité professionnelle autre que l'une de celles mentionnées à l'article R. 1334-36 ou une activité sportive, culturelle ou de loisir, organisée de façon habituelle ou soumise à autorisation, et dont les conditions d'exercice relatives au bruit n'ont pas été fixées par les autorités compétentes, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée si l'émergence globale de ce bruit perçu par autrui, telle que définie à l'article R. 1334-33, est supérieure aux valeurs limites fixées au même article.

« Lorsque le bruit mentionné à l'alinéa précédent, perçu à l'intérieur des pièces principales de tout logement d'habitation, fenêtres ouvertes ou fermées, est engendré par des équipements d'activités professionnelles, l'atteinte est également caractérisée si l'émergence spectrale de ce bruit, définie à l'article R. 1334-34, est supérieure aux valeurs limites fixées au même article.

..

« Toutefois, l'émergence globale et, le cas échéant, l'émergence spectrale ne sont recherchées que lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré, comportant le bruit particulier, est supérieur à 25 décibels A si la mesure est effectuée à l'intérieur des pièces principales d'un logement d'habitation, fenêtres ouvertes ou fermées, ou à 30 dB (A) dans les autres cas.

« Art. R. 1334-33. – L'émergence globale dans un lieu donné est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement habituel des équipements, en l'absence du bruit particulier en cause.

« Les valeurs limites de l'émergence sont de 5 décibels A en période diurne (de 7 heures à 22 heures) et de 3 dB (A) en période nocturne (de 22 heures à 7 heures), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif en dB (A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier :

- « 1o Six pour une durée inférieure ou égale à 1 minute, la durée de mesure du niveau de bruit ambiant étant étendue à 10 secondes lorsque la durée cumulée d'apparition du bruit particulier est inférieure à 10 secondes ;
- « 2o Cinq pour une durée supérieure à 1 minute et inférieure ou égale à 5 minutes ;
- « 3o Quatre pour une durée supérieure à 5 minutes et inférieure ou égale à 20 minutes ;
- « 4o Trois pour une durée supérieure à 20 minutes et inférieure ou égale à 2 heures ;
- « 5o Deux pour une durée supérieure à 2 heures et inférieure ou égale à 4 heures ;
- « 6o Un pour une durée supérieure à 4 heures et inférieure ou égale à 8 heures ;
- « 7o Zéro pour une durée supérieure à 8 heures.

« *Art. R. 1334-34.* – L'émergence spectrale est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant dans une bande d'octave normalisée, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau de bruit résiduel dans la même bande d'octave, constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux mentionnés au deuxième alinéa de l'article R. 1334-32, en l'absence du bruit particulier en cause.

« Les valeurs limites de l'émergence spectrale sont de 7 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 125 Hz et 250 Hz et de 5 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 500 Hz, 1000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz.

« *Art. R. 1334-35.* – Les mesures de bruit mentionnées à l'article R. 1334-32 sont effectuées selon les modalités définies par arrêté des ministres chargés de la santé, de l'écologie et du logement.

« *Art. R. 1334-36.* – Si le bruit mentionné à l'article R. 1334-31 a pour origine un chantier de travaux publics ou privés, ou des travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :

- « 1o 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 ;
- « 2o L'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;
- « 3o Un comportement anormalement bruyant.

« *Art. R. 1334-37.* – Lorsqu'elle a constaté l'inobservation des dispositions prévues aux articles R. 1334-32 à R. 1334-36, l'autorité administrative compétente peut prendre une ou plusieurs des mesures prévues au II de l'article L. 571-17 du code de l'environnement, dans les conditions déterminées aux II et III du même article. »

Art. 2. – La section 3 du chapitre VII du titre III du livre III de la première partie du code de la santé publique (dispositions réglementaires) est ainsi modifiée :

– Les articles R. 1337-6 à R. 1337-10 sont remplacés par les dispositions suivantes :

« *Art. R. 1337-6.* – Est puni de la peine d'amende prévue pour les contraventions de la cinquième classe :

- « 1o Le fait, lors d'une activité professionnelle ou d'une activité culturelle, sportive ou de loisir organisée de façon habituelle ou soumise à autorisation, et dont les conditions d'exercice relatives au bruit n'ont pas été fixées par les autorités compétentes, d'être à l'origine d'un bruit de voisinage dépassant les valeurs limites de l'émergence globale ou de l'émergence spectrale conformément à l'article R. 1334-32 ;
- « 2o Le fait, lors d'une activité professionnelle ou d'une activité culturelle, sportive ou de loisir organisée de façon habituelle ou soumise à autorisation, dont les conditions d'exercice relatives au bruit ont été fixées par les autorités compétentes, de ne pas respecter ces conditions ;
- « 3o Le fait, à l'occasion de travaux prévus à l'article R. 1334-36, de ne pas respecter les conditions de leur réalisation ou d'utilisation des matériels et équipements fixées par les autorités compétentes, de ne pas prendre les précautions appropriées pour limiter le bruit ou d'adopter un comportement anormalement bruyant.

« *Art. R. 1337-7.* – Est puni de la peine d'amende prévue pour les contraventions de la troisième classe le fait d'être à l'origine d'un bruit particulier, autre que ceux relevant de l'article R. 1337-6, de nature à porter atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme dans les conditions prévues à l'article R. 1334-31.

« *Art. R. 1337-8.* – Les personnes physiques coupables des infractions prévues aux articles R. 1337-6 et R. 1337-7 encourent également la peine complémentaire de confiscation de la chose qui a servi ou était destinée à commettre l'infraction ou de la chose qui en est le produit.

« *Art. R. 1337-9.* – Le fait de faciliter sciemment, par aide ou assistance, la préparation ou la consommation des contraventions prévues aux articles R. 1337-6 et R. 1337-7 est puni des mêmes peines.

« *Art. R. 1337-10.* – Les personnes morales reconnues pénalement responsables, dans les conditions prévues à l'article 121-2 du code pénal, des infractions prévues à la présente section encourent les peines suivantes :

- « 1o L'amende, dans les conditions prévues à l'article 131-41 du code pénal ;
- « 2o La confiscation de la chose qui a servi ou était destinée à commettre l'infraction ou de la chose qui en est le produit. »

– Il est inséré après l'article R. 1337-10 un article R. 1337-10-1 ainsi rédigé :

« *Art. R. 1337-10-1.* – La récidive des infractions prévues à l'article R. 1337-6 est punie conformément aux dispositions des articles 132-11 et 132-15 du code pénal. »

Art. 3. – L'annexe 13-10 de la première partie du code de la santé publique (dispositions réglementaires) est abrogée.

Art. 4. – Les dispositions du deuxième alinéa de l'article R. 1334-32 entrent en vigueur à compter du 1er juillet 2007.

Art. 5. – Le ministre de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement, le ministre de l'économie, des finances et de l'industrie, le garde des sceaux, ministre de la justice, le ministre de la santé et des solidarités, le ministre de l'écologie et du développement durable et le ministre délégué à l'industrie sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 31 août 2006.

DOMINIQUE DE VILLEPIN
Par le Premier ministre :
Le ministre de la santé et des solidarités,
XAVIER BERTRAND
Le ministre de l'emploi,
de la cohésion sociale et du logement,
JEAN-LOUIS BORLOO
Le ministre de l'économie,
des finances et de l'industrie,
THIERRY BRETON
Le garde des sceaux, ministre de la justice,
PASCAL CLÉMENT
Le ministre de l'écologie
et du développement durable,
NELLY OLIN
Le ministre délégué à l'industrie,
FRANÇOIS LOOS

Annexe 2. Matériels et logiciels utilisés

| | | | | |
|--|--------------------------|--|---|-------------------------------------|
| SYSTEME D'ACQUISITION | | | | |
| Vib 008 | <input type="checkbox"/> | Net dB 12 voies | <input type="checkbox"/> | |
| | | DB4 4 voies | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| EXPLOITATION A L'AIDE DU LOGICIEL (01dB-Metravib) | | | | |
| dBSeuil | <input type="checkbox"/> | dBTrait | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| dBAratr | <input type="checkbox"/> | dBTrig | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| dBIsol | <input type="checkbox"/> | dBFa | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| dBImpuls | <input type="checkbox"/> | dBbati | <input type="checkbox"/> | |
| | | dBArria | <input type="checkbox"/> | |
| | | dBslm | <input type="checkbox"/> | |
| | | dBsono | <input type="checkbox"/> | |
| | | dBsIs | <input type="checkbox"/> | |
| MICROPHONE | | | | |
| GRAS 40AC (SYMP 1) – Classe 1 | <input type="checkbox"/> | GRAS 40AF (SYMP 2) – Classe 1 | <input type="checkbox"/> | |
| SONOMÈTRE INTEGRATEUR A STOCKAGE (01dB-Metravib) | | | | |
| DUO | Classe 1 | n°10110 | Analyseur fréquentiel en temps réel | <input type="checkbox"/> |
| SBF 1 | Classe 1 | n°65408 | Analyseur fréquentiel en temps réel | <input type="checkbox"/> |
| SBF 2 | Classe 1 | n°65402 | Analyseur fréquentiel en temps réel | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SBF 3 | Classe 1 | n°65366 | Analyseur fréquentiel en temps réel | <input type="checkbox"/> |
| SB 4 | Classe 1 | n°65409 | | <input type="checkbox"/> |
| SB 5 | Classe 1 | n°65410 | | <input type="checkbox"/> |
| SOLO 1 | Classe 1 | n°11018 | Analyseur fréquentiel en temps réel | <input type="checkbox"/> |
| SOLO 2 | Classe 1 | n°11633 | | <input type="checkbox"/> |
| SOLO 3 | Classe 1 | n°60190 | Analyseur fréquentiel-TR-enregistreur audio | <input type="checkbox"/> |
| SOLO 4 | Classe 1 | n°61716 | Analyseur fréquentiel en temps réel | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SIP A | Classe 1 | n°10811 | Analyseur fréquentiel en temps réel - TR | <input type="checkbox"/> |
| SIP H | Classe 1 | n°991355 | Analyseur fréquentiel en temps réel - TR | <input type="checkbox"/> |
| SIP I | Classe 1 | n°1421 | | <input type="checkbox"/> |
| SIP J | Classe 1 | n°10609 | | <input type="checkbox"/> |
| SIP K | Classe 1 | n°991348 | | <input type="checkbox"/> |
| SLS B | Classe 2 | n°988178 | | <input type="checkbox"/> |
| SLS E | Classe 2 | n°30510 | Analyseur fréquentiel temps réel | <input type="checkbox"/> |
| SLS F | Classe 2 | n°30506 | | <input type="checkbox"/> |
| WED 1 | Classe 2 | n°11534 | | <input type="checkbox"/> |
| WED 2 | Classe 2 | n°10696 | | <input type="checkbox"/> |
| PROTECTION MICROPHONE | | | | |
| | | Protection Anti-vent | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| | | Protection tous temps | <input type="checkbox"/> | |
| SOURCE DE RÉFÉRENCE CALIBREUR (01dB-Metravib) | | | | |
| CAL A | Classe 1 | n°90478 | Cal 01 | <input type="checkbox"/> |
| CAL B | Classe 1 | n°980187 | Cal 01 | <input type="checkbox"/> |
| CAL C | Classe 2 | n°29018 | Aksud 5112 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| CAL vib | Classe 1 | n°090908 | VC 10 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SOURCE SONORE | | | | |
| | | Pistolet à balles à blanc 6mm | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| | | Pistolet à balles à blanc 9mm | <input type="checkbox"/> | |
| | | Source de bruit rose | <input type="checkbox"/> | |
| | | Machine à chocs normalisée | <input type="checkbox"/> | |
| ACCELEROMETRE | | | | |
| | | DJB sensibilité 100 mV/g | <input type="checkbox"/> | |
| | | Wilcoxon Research sensibilité 500 mV/g | <input type="checkbox"/> | |
| | | Kistler sensibilité 1 V/g | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| | | PCB triaxial sensibilité 1 V/g | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| | | PCB monoaxial sensibilité 1 V/g | <input type="checkbox"/> | |
| CAMÉRA VIDÉO ET MAGNETOSCOPE | | | | |
| | | | <input type="checkbox"/> | |

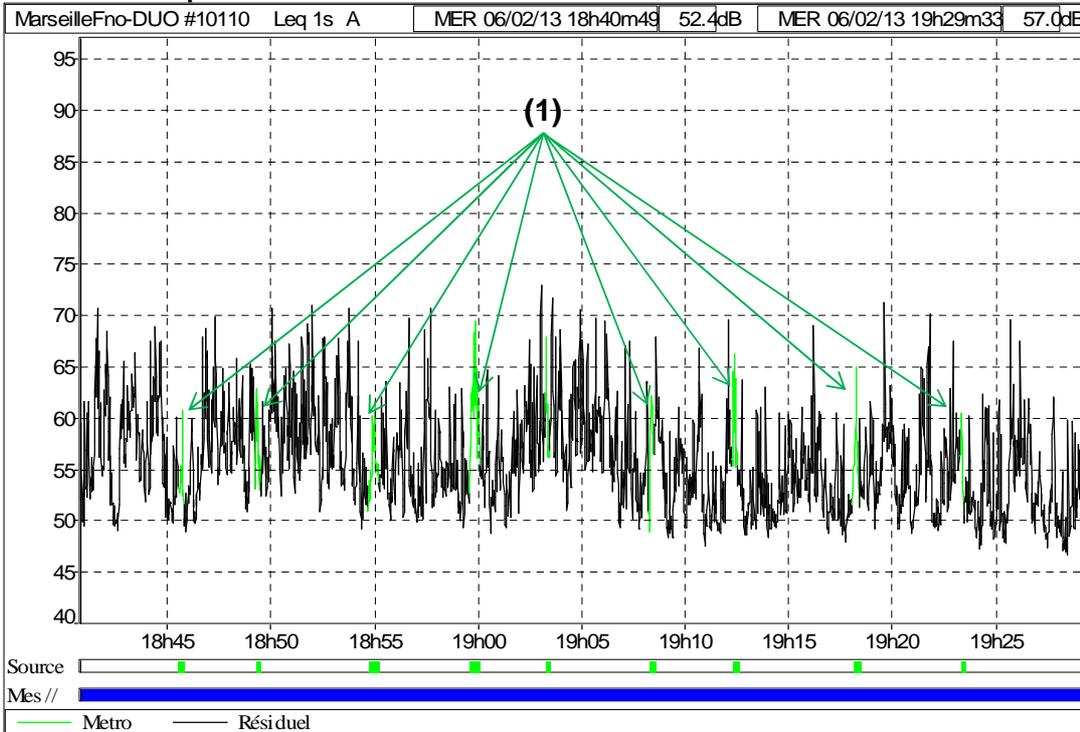
Annexe 3. Conditions météorologiques

|  STATION PLUVIOMETRIQUE DE Cassis | | | | | | |
|---|-------|--------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|--|
|  | | | | | | |
| Commune : Cassis | | | | | | |
| Lieu-dit: La gardiole | | | | | | |
| X Lambert II Etendu : 8576 hm | | | | | | |
| Y Lambert II Etendu : 18074 hm | | | | | | |
| Altitude : 212 m | | | | | | |
| Date de création de la station : 01/11/1989 | | | | | | |
| Date de fermeture : Ouverte | | | | | | |
| Date | Heure | Précipitation (en mm) | Vitesse du Vent (en m/s) | Vent de secteur | Nébulosité en octas | |
| 07 02 2013 | 19 | 0 | 8 | NO | non disponible | |
| 07 02 2013 | 20 | 0 | 8 | NO | non disponible | |
| 07 02 2013 | 21 | 0 | 11 | NO | non disponible | |
| 07 02 2013 | 22 | 0 | 8 | NO | non disponible | |
| 07 02 2013 | 23 | 0 | 9 | NNO | non disponible | |
| 07 02 2013 | 24 | 0 | 10 | NNO | non disponible | |
| 08 02 2013 | 01 | 0 | 8 | NNO | non disponible | |
| 08 02 2013 | 02 | 0 | 9 | NNO | non disponible | |
| 08 02 2013 | 03 | 0 | 7 | NNO | non disponible | |
| | 1 | 0 | 0 | non dispo | non disponible | |

Annexe 4. Résultats détaillés des mesures

Cheminée Ozanam - Metro Marseille
Niveau sonore dans le studio du RdCH (point de mesure PF1)
Mesure du bruit des passages de Metro [période diurne 7h-22h]

Evolution Temporelle



Résultats de mesures en niveau sonore global (dB(A))

(1) Niveau Ambient, passage de Metro

| | | | | | |
|---------|----------------------------------|------|-------------|-------------|------|
| Fichier | Duo_20130206_184049_192934_1.CMG | | | | |
| Début | 07/02/2013 18:40 | | | | |
| Fin | 07/02/2013 19:29 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 59,5 | 52,5 | 56,5 | 62,6 |

Niveau Résiduel diurne

| | | | | | |
|---------|----------------------------------|------|-------------|------|------|
| Fichier | Duo_20130206_184049_192934_1.CMG | | | | |
| Début | 07/02/2013 18:40 | | | | |
| Fin | 07/02/2013 19:29 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 58,5 | 50,0 | 55,0 | 62,0 |

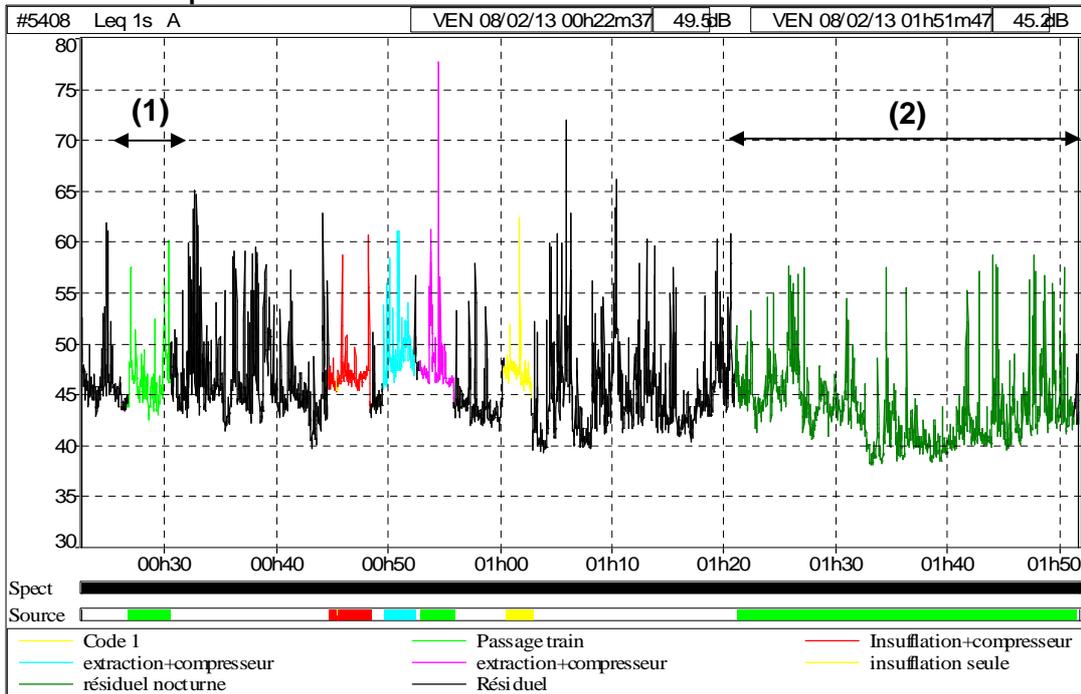
Emergence obtenue: 2,5 dB(A)

Résultats de mesures par octave

| Type | Pond. | Unité | L90 résiduel | L90 ambient | Emergence |
|-----------|-------|-------|--------------|-------------|------------|
| Oct 125Hz | Lin | dB | 51,5 | 52,0 | 0,5 |
| Oct 250Hz | Lin | dB | 49,0 | 50,0 | 1,0 |
| Oct 500Hz | Lin | dB | 46,5 | 48,5 | 2,0 |
| Oct 1kHz | Lin | dB | 45,5 | 47,5 | 2,0 |
| Oct 2kHz | Lin | dB | 39,5 | 42,0 | 2,5 |
| Oct 4kHz | Lin | dB | 32,5 | 36,0 | 3,5 |

Cheminée Ozanam - Metro Marseille
Niveau sonore dans le studio du RdCH (point de mesure PF1)
Mesure du bruit des passages de train travaux [période nocturne 22h-07h]

Evolution Temporelle



Résultats de mesures en niveau sonore global (dB(A))

(1) Niveau Ambient, passage de trains travaux

| | | | | | |
|---------|------------------|------|-------------|-------------|------|
| Fichier | Sbf1.CMG | | | | |
| Début | 08/02/2013 00:26 | | | | |
| Fin | 08/02/2013 00:30 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 48,0 | 43,5 | 46,0 | 49,5 |

(2) Niveau Résiduel nocturne

| | | | | | |
|---------|------------------|------|-------------|------|------|
| Fichier | Sbf1.CMG | | | | |
| Début | 10/05/2012 21:21 | | | | |
| Fin | 10/05/2012 21:53 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 45,0 | 39,5 | 42,5 | 47,0 |

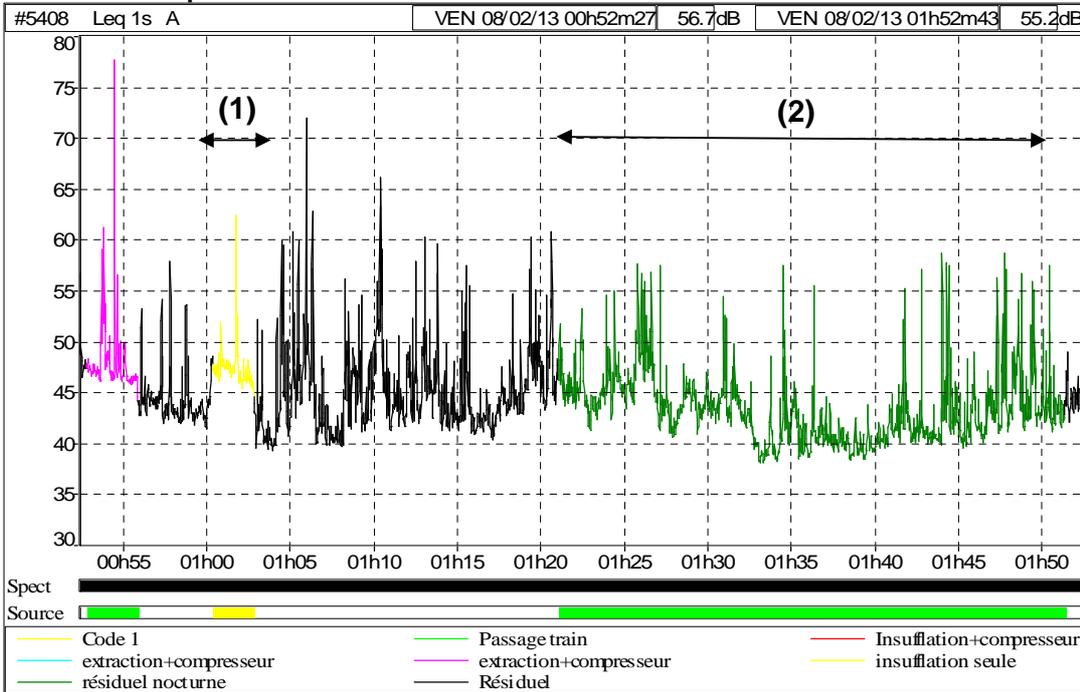
Emergence obtenue: 4 dB(A)

Résultats de mesures par octave

| Type | Pond. | Unité | L90 résiduel | L90 ambient | Emergence |
|-----------|-------|-------|--------------|-------------|------------|
| Oct 125Hz | Lin | dB | 41,5 | 45,0 | 3,5 |
| Oct 250Hz | Lin | dB | 41,0 | 45,5 | 4,5 |
| Oct 500Hz | Lin | dB | 37,5 | 41,0 | 3,5 |
| Oct 1kHz | Lin | dB | 34,0 | 38,5 | 4,5 |
| Oct 2kHz | Lin | dB | 28,0 | 30,5 | 2,5 |
| Oct 4kHz | Lin | dB | 18,5 | 19,5 | 1,0 |

Cheminée Ozanam - Metro Marseille
Niveau sonore dans le studio du RdCH (point de mesure PF1)
Mesure du bruit de l'extracteur "insufflation" [période nocturne 22h-07h]

Evolution Temporelle



Résultats de mesures en niveau sonore global (dB(A))

(1) Niveau Ambient, extracteur fonctionnement "insufflation"

| | | | | | |
|---------|------------------|------|-------------|-------------|------|
| Fichier | Sbf1.CMG | | | | |
| Début | 08/02/2013 01:00 | | | | |
| Fin | 08/02/2013 01:02 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 48,5 | 46,0 | 47,0 | 48,0 |

(2) Niveau Résiduel nocturne

| | | | | | |
|---------|------------------|------|-------------|------|------|
| Fichier | Sbf1.CMG | | | | |
| Début | 08/02/2013 01:21 | | | | |
| Fin | 08/02/2013 01:51 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 45,0 | 39,5 | 42,5 | 47,0 |

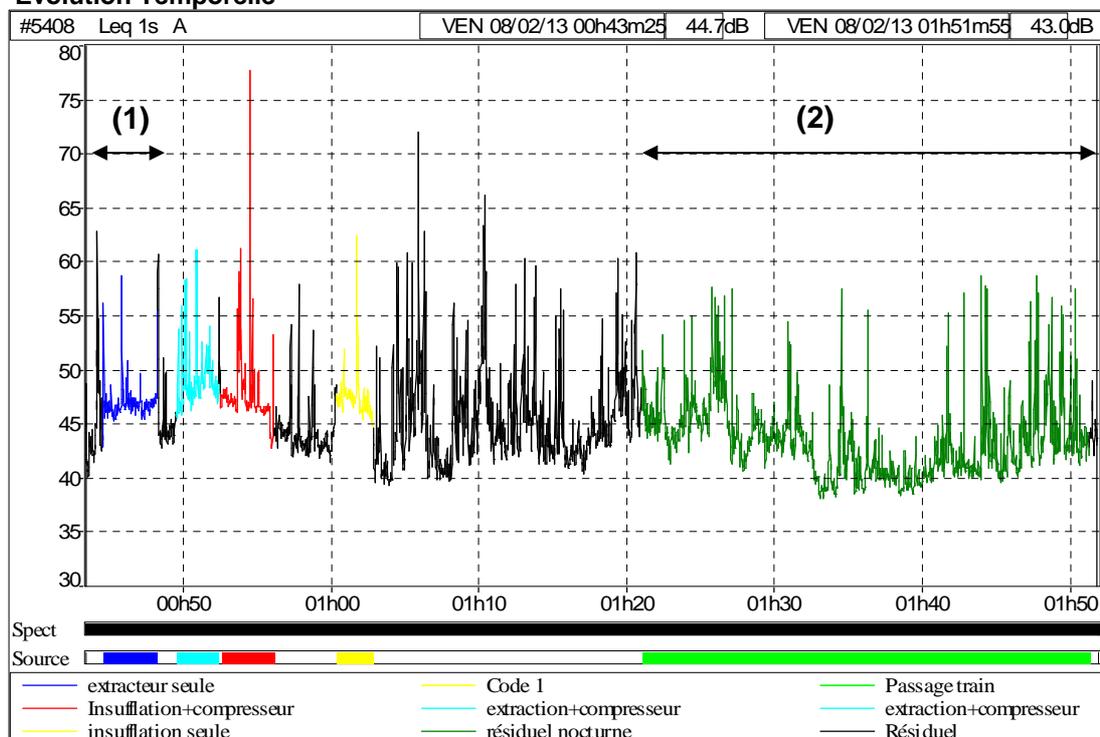
Emergence obtenue: 6,5 dB(A)

Résultats de mesures par octave

| Type | Pond. | Unité | L90 résiduel | L90 ambient | Emergence |
|-----------|-------|-------|--------------|-------------|-------------|
| Oct 125Hz | Lin | dB | 41,5 | 52,5 | 11,0 |
| Oct 250Hz | Lin | dB | 41,0 | 48,0 | 7,0 |
| Oct 500Hz | Lin | dB | 37,5 | 42,0 | 4,5 |
| Oct 1kHz | Lin | dB | 34,0 | 37,5 | 3,5 |
| Oct 2kHz | Lin | dB | 28,0 | 30,5 | 2,5 |
| Oct 4kHz | Lin | dB | 18,5 | 19,5 | 1,0 |

Cheminée Ozanam - Metro Marseille
Niveau sonore dans le studio du RdCH (point de mesure PF1)
Mesure du bruit de l'extracteur "extraction" [période nocturne 22h-07h]

Evolution Temporelle



Résultats de mesures en niveau sonore global (dB(A))

(1) Niveau Ambient, extracteur fonctionnement "extraction"

| | | | | | |
|---------|------------------|------|-------------|-------------|------|
| Fichier | Sbf1.CMG | | | | |
| Début | 08/02/2013 00:44 | | | | |
| Fin | 08/02/2013 00:48 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 47,0 | 45,5 | 46,5 | 47,5 |

(2) Niveau Résiduel nocturne

| | | | | | |
|---------|------------------|------|-------------|------|------|
| Fichier | Sbf1.CMG | | | | |
| Début | 08/02/2013 01:21 | | | | |
| Fin | 08/02/2013 01:51 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 45,0 | 39,5 | 42,5 | 47,0 |

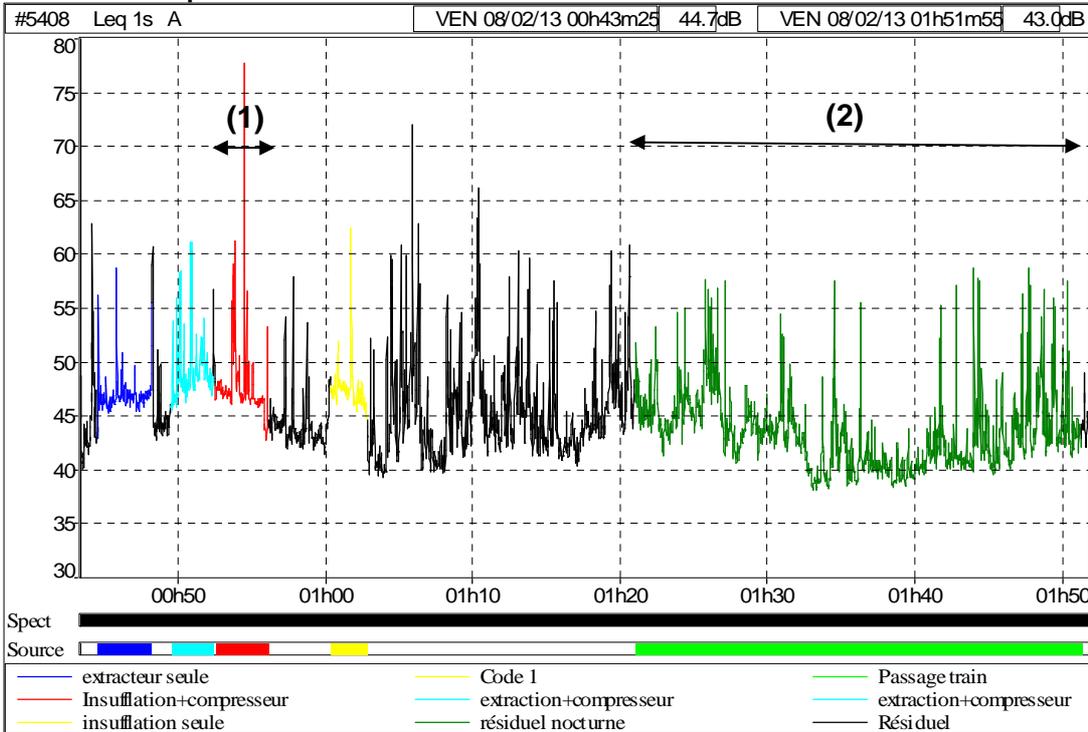
Emergence obtenue: 6,0 dB(A)

Résultats de mesures par octave

| Type | Pond. | Unité | L90 résiduel | L90 ambient | Emergence |
|-----------|-------|-------|--------------|-------------|-------------|
| Oct 125Hz | Lin | dB | 41,5 | 52,0 | 10,5 |
| Oct 250Hz | Lin | dB | 41,0 | 48,5 | 7,5 |
| Oct 500Hz | Lin | dB | 37,5 | 41,5 | 4,0 |
| Oct 1kHz | Lin | dB | 34,0 | 36,5 | 2,5 |
| Oct 2kHz | Lin | dB | 28,0 | 28,5 | 0,5 |
| Oct 4kHz | Lin | dB | 18,5 | 18,5 | 0,0 |

Cheminée Ozanam - Metro Marseille
Niveau sonore dans le studio du RdCH (point de mesure PF1)
Mesure du bruit de l'extracteur "insufflation" et du compresseur du train [période nocturne 22h-07h]

Evolution Temporelle



Résultats de mesures en niveau sonore global (dB(A))

(1) Niveau Ambient, extracteur en "insufflation" et train à l'arrêt avec compresseur

| | | | | | |
|---------|------------------|------|-------------|-------------|------|
| Fichier | Sbf1.CMG | | | | |
| Début | 08/02/2013 00:52 | | | | |
| Fin | 08/02/2013 00:55 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 56,0 | 46,0 | 47,0 | 50,0 |

(2) Niveau Résiduel nocturne

| | | | | | |
|---------|------------------|------|-------------|------|------|
| Fichier | Sbf1.CMG | | | | |
| Début | 08/02/2013 01:21 | | | | |
| Fin | 08/02/2013 01:51 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 45,0 | 39,5 | 42,5 | 47,0 |

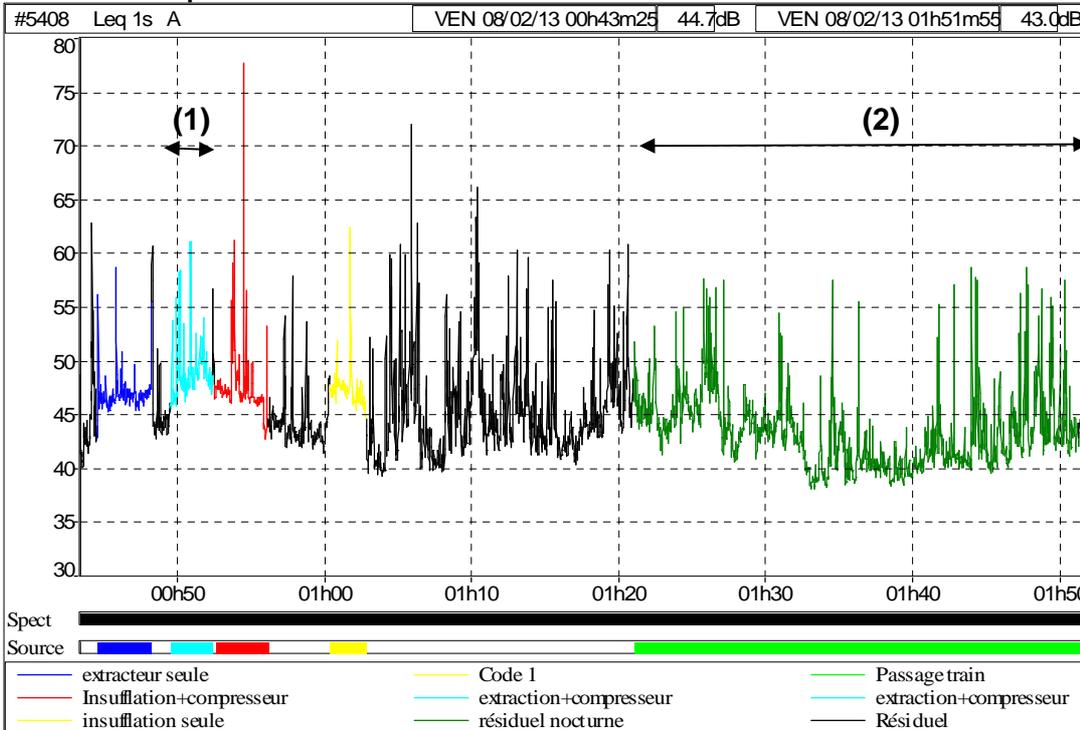
Emergence obtenue: 6,5 dB(A)

Résultats de mesures par octave

| Type | Pond. | Unité | L90 résiduel | L90 ambient | Emergence |
|-----------|-------|-------|--------------|-------------|-------------|
| Oct 125Hz | Lin | dB | 41,5 | 52,0 | 10,5 |
| Oct 250Hz | Lin | dB | 41,0 | 50,0 | 9,0 |
| Oct 500Hz | Lin | dB | 37,5 | 42,5 | 5,0 |
| Oct 1kHz | Lin | dB | 34,0 | 38,5 | 4,5 |
| Oct 2kHz | Lin | dB | 28,0 | 30,0 | 2,0 |
| Oct 4kHz | Lin | dB | 18,5 | 18,5 | 0,0 |

Cheminée Ozanam - Metro Marseille
Niveau sonore dans le studio du RdCH (point de mesure PF1)
Mesure du bruit de l'extracteur "insufflation" et du compresseur du train [période nocturne 22h-07h]

Evolution Temporelle



Résultats de mesures en niveau sonore global (dB(A))

(1) Niveau Ambient, extracteur en "insufflation" et train à l'arrêt avec compresseur

| | | | | | |
|---------|------------------|------|-------------|-------------|------|
| Fichier | Sbf1.CMG | | | | |
| Début | 08/02/2013 00:49 | | | | |
| Fin | 08/02/2013 00:52 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 51,0 | 46,5 | 48,5 | 52,5 |

(2) Niveau Résiduel nocturne

| | | | | | |
|---------|------------------|------|-------------|------|------|
| Fichier | Sbf1.CMG | | | | |
| Début | 08/02/2013 01:21 | | | | |
| Fin | 08/02/2013 01:51 | | | | |
| Voie | Type | Leq | L90 | L50 | L10 |
| #5408 | Leq en dB(A) | 45,0 | 39,5 | 42,5 | 47,0 |

Emergence obtenue: 7,0 dB(A)

Résultats de mesures par octave

| Type | Pond. | Unité | L90 résiduel | L90 ambient | Emergence |
|-----------|-------|-------|--------------|-------------|-------------|
| Oct 125Hz | Lin | dB | 41,5 | 51,0 | 9,5 |
| Oct 250Hz | Lin | dB | 41,0 | 51,0 | 10,0 |
| Oct 500Hz | Lin | dB | 37,5 | 43,5 | 6,0 |
| Oct 1kHz | Lin | dB | 34,0 | 39,5 | 5,5 |
| Oct 2kHz | Lin | dB | 28,0 | 32,0 | 4,0 |
| Oct 4kHz | Lin | dB | 18,5 | 23,0 | 4,5 |

RESULTATS DE MESURE VIBRATOIRE DES EQUIPEMENTS

ACOUPHEN
Ingénierie acoustique

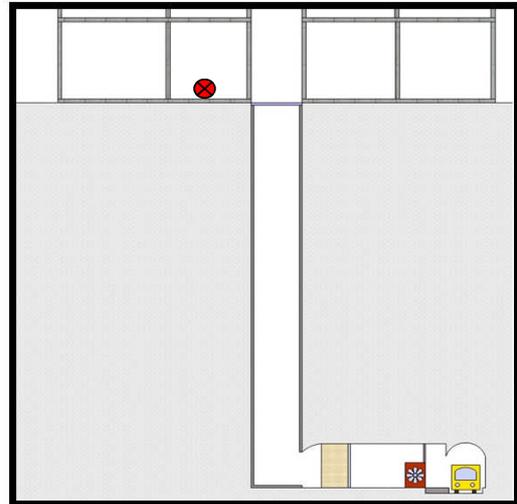
Cheminée Ozanam - Metro Marseille

Le 08/02/2013

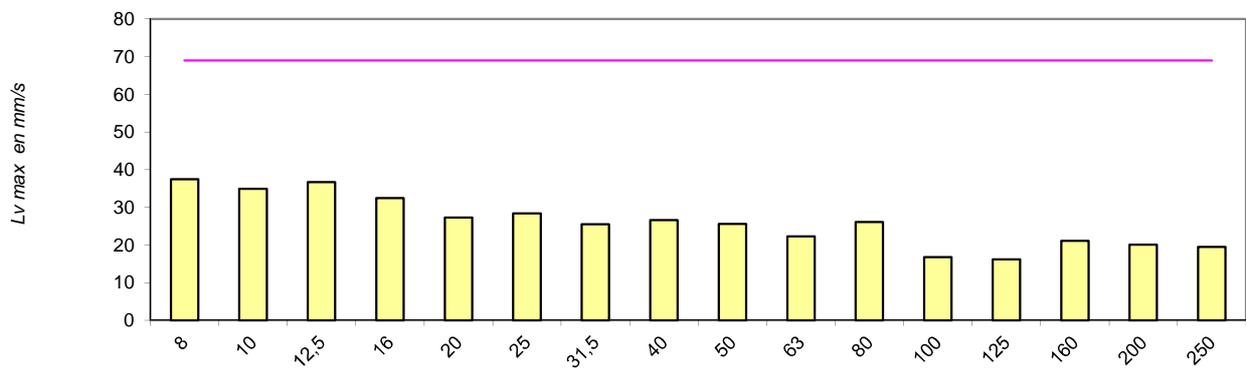
| | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Equipement | Ventilateur métro +compresseur |
| Régime de fonctionnement | Insufflation |
| Emplacement de mesure | Sur dalle du RdCh |

| | |
|-------------|--------------------|
| Heure début | 00 : 43 : 11 |
| Heure fin | 01 : 04 : 31 |
| Durée | 00 h 21 min 20 sec |

| frequence Hz | Niveau de vitesse RMS en dB (réf 5,10-8 m/s) |
|-----------------------|--|
| 8 | 37,4 |
| 10 | 34,9 |
| 12,5 | 36,7 |
| 16 | 32,4 |
| 20 | 27,3 |
| 25 | 28,4 |
| 31,5 | 25,5 |
| 40 | 26,6 |
| 50 | 25,6 |
| 63 | 22,3 |
| 80 | 26,1 |
| 100 | 16,8 |
| 125 | 16,2 |
| 160 | 21,1 |
| 200 | 20,1 |
| 250 | 19,5 |
| Vitesse crête en mm/s | 0,020 |



Evolution spectrale du niveau vibratoire (dBv)

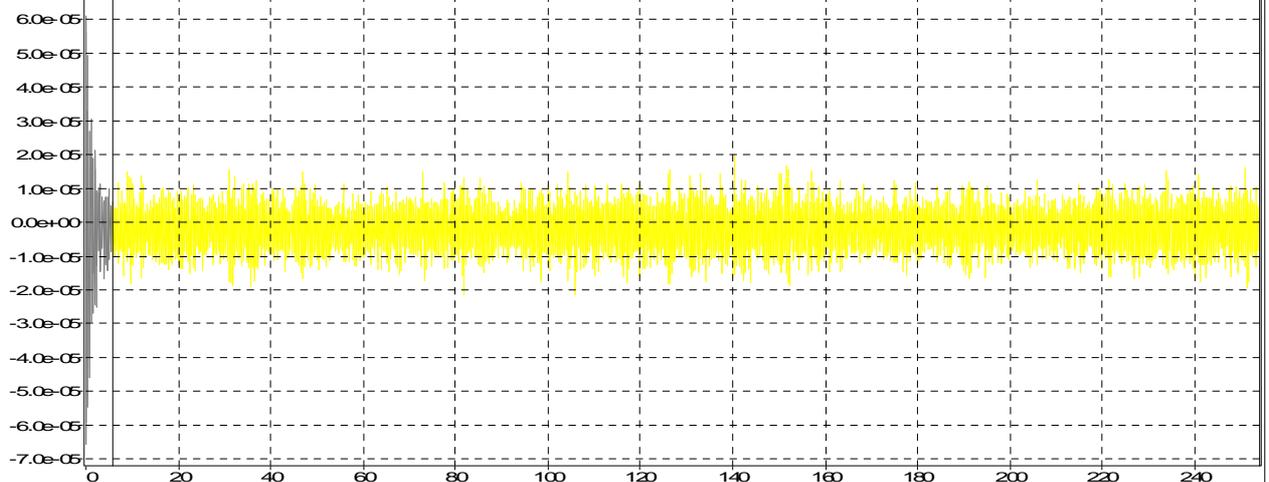


Seuil de perception tactile "nocturne"

niveau vibratoire mesuré

Evolution temporelle de la vitesse vibratoire (m/s)

Env. Enveloppe [ID=123] Voie 3 Voie 3 - axe Z - Insufflation + compresseur | 5.85063 | 5.953e-06 | 253.993 | -9.152e-06



Commentaires

Mesure réalisée avec ventilateur en fonctionnement "insufflation" et le train travaux à l'arrêt devant la cheminée avec son compresseur en fonctionnement : configuration train travaux en intervention.

RESULTATS DE MESURE VIBRATOIRE DES EQUIPEMENTS

ACOUPHEN
Ingénierie acoustique

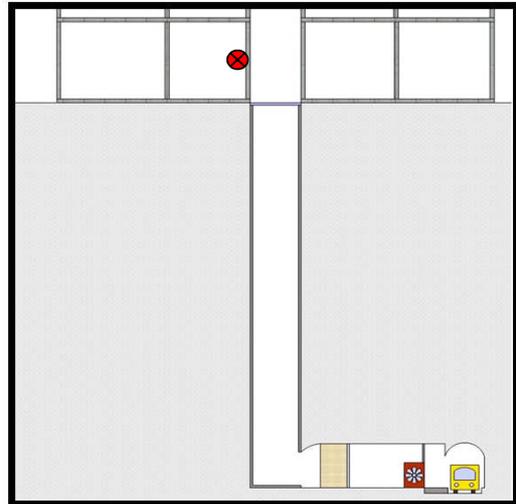
Cheminée Ozanam - Metro Marseille

Le 08/02/2013

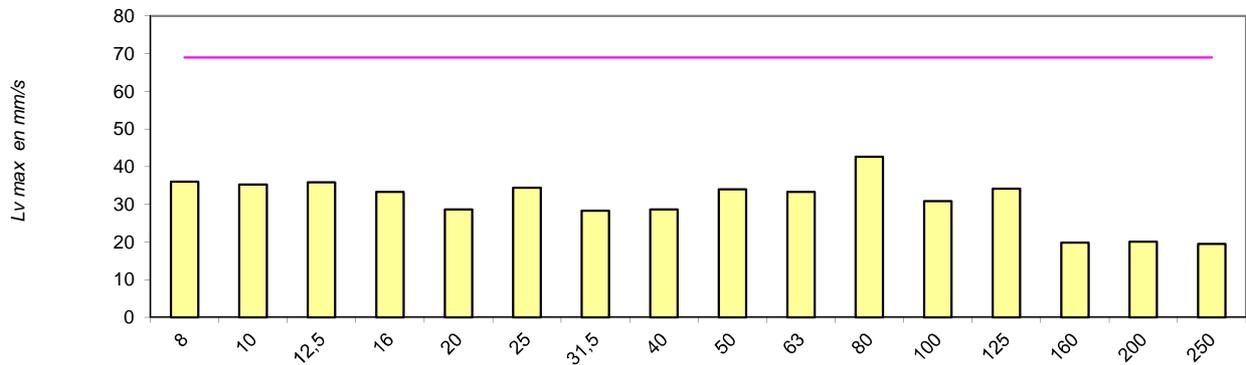
| | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Equipement | Ventilateur métro +compresseur |
| Régime de fonctionnement | Insufflation |
| Emplacement de mesure | Sur paroi de gaine |

| | |
|-------------|--------------------|
| Heure début | 00 : 43 : 11 |
| Heure fin | 01 : 04 : 31 |
| Durée | 00 h 21 min 20 sec |

| frequence Hz | Niveau de vitesse RMS en dB (réf 5,10-8 m/s) |
|-----------------------|--|
| 8 | 36 |
| 10 | 35,2 |
| 12,5 | 35,8 |
| 16 | 33,3 |
| 20 | 28,6 |
| 25 | 34,4 |
| 31,5 | 28,3 |
| 40 | 28,6 |
| 50 | 34 |
| 63 | 33,3 |
| 80 | 42,6 |
| 100 | 30,8 |
| 125 | 34,1 |
| 160 | 19,8 |
| 200 | 20,1 |
| 250 | 19,5 |
| Vitesse crête en mm/s | 0,020 |



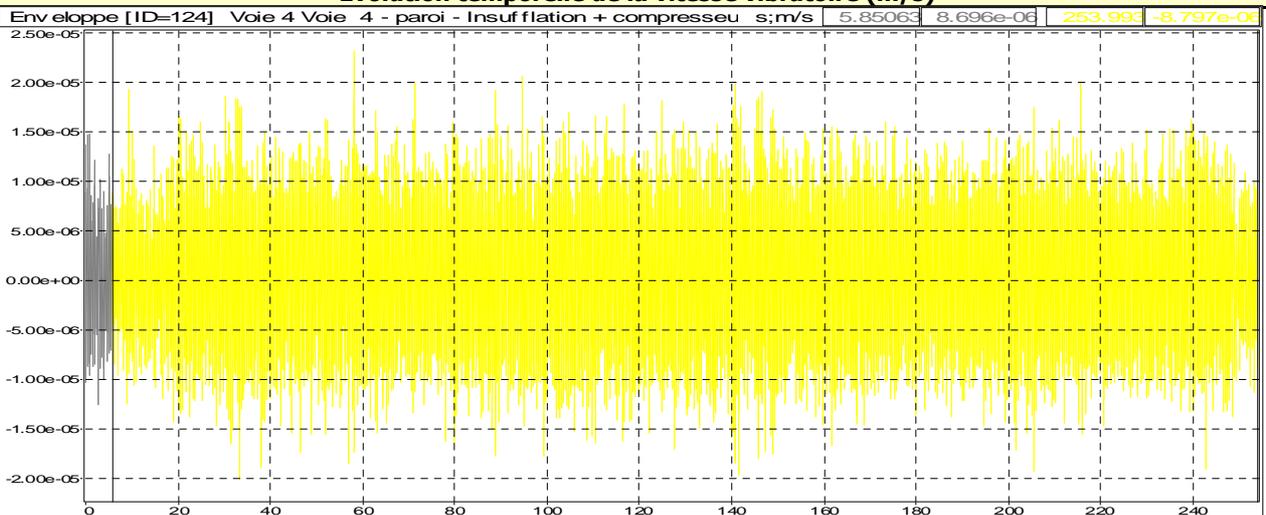
Evolution spectrale du niveau vibratoire (dBv)



Seuil de perception tactile "nocturne"

niveau vibratoire mesuré

Evolution temporelle de la vitesse vibratoire (m/s)



Commentaires

Mesure réalisée avec ventilateur en fonctionnement "insufflation" et le train travaux à l'arrêt devant la cheminée avec son compresseur en fonctionnement : configuration train travaux en intervention.

RESULTATS DE MESURE VIBRATOIRE DES EQUIPEMENTS

ACOUPHEN
Ingénierie acoustique

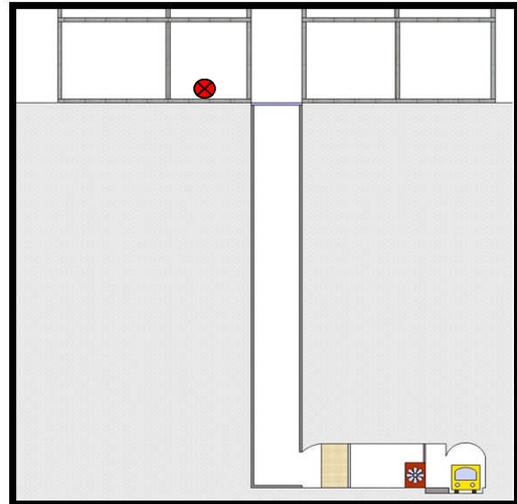
Cheminée Ozanam - Metro Marseille

Le 08/02/2013

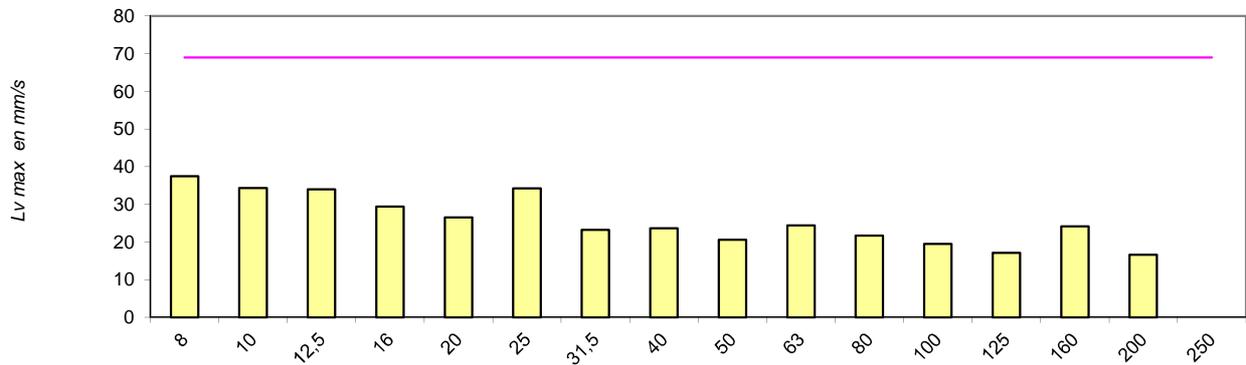
| | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Equipement | Ventilateur métro +compresseur |
| Régime de fonctionnement | Extraction |
| Emplacement de mesure | Sur dalle du RdCh |

| | |
|-------------|--------------------|
| Heure début | 00 : 43 : 11 |
| Heure fin | 01 : 04 : 31 |
| Durée | 00 h 21 min 20 sec |

| frequence Hz | Niveau de vitesse RMS en dB (réf 5,10-8 m/s) |
|-----------------------|--|
| 8 | 37,4 |
| 10 | 34,3 |
| 12,5 | 34 |
| 16 | 29,4 |
| 20 | 26,5 |
| 25 | 34,2 |
| 31,5 | 23,2 |
| 40 | 23,6 |
| 50 | 20,6 |
| 63 | 24,4 |
| 80 | 21,7 |
| 100 | 19,5 |
| 125 | 17,1 |
| 160 | 24,1 |
| 200 | 16,6 |
| 250 | |
| Vitesse crête en mm/s | 0,030 |



Evolution spectrale du niveau vibratoire (dBv)

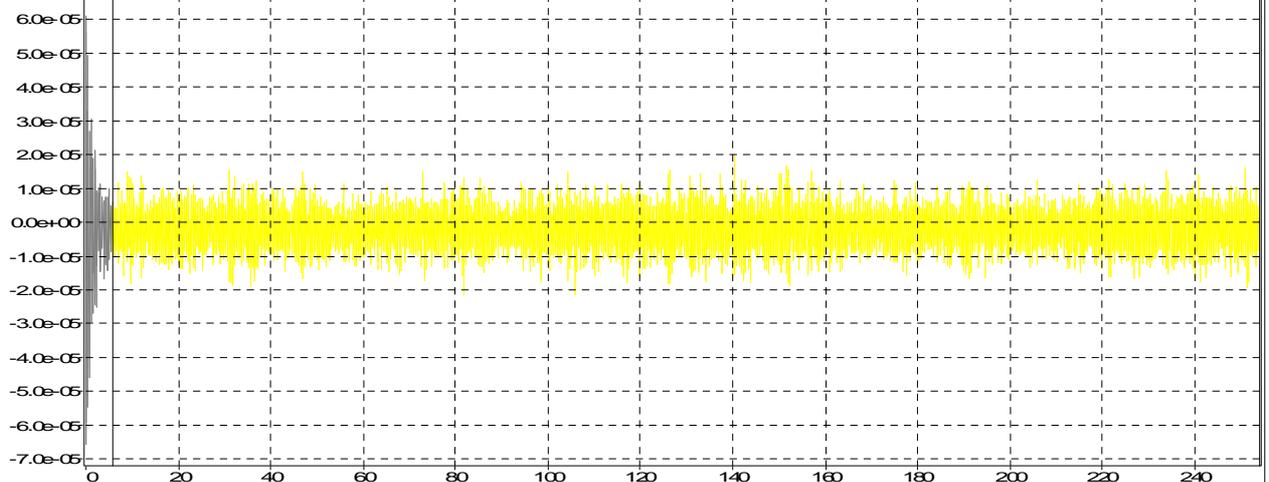


Seuil de perception tactile "nocturne"

niveau vibratoire mesuré

Evolution temporelle de la vitesse vibratoire (m/s)

Env enveloppe [ID=123] Voie 3 Voie 3 - axe Z - Insufflation + compresseur | 5.85063 | 5.953e-06 | 253.993 | -9.152e-06



Commentaires

Mesure réalisée avec ventilateur en fonctionnement "extraction" et le train travaux à l'arrêt devant la cheminée avec son compresseur en fonctionnement : configuration train travaux en intervention.

RESULTATS DE MESURE VIBRATOIRE DES EQUIPEMENTS

ACOUPHEN
Ingénierie acoustique

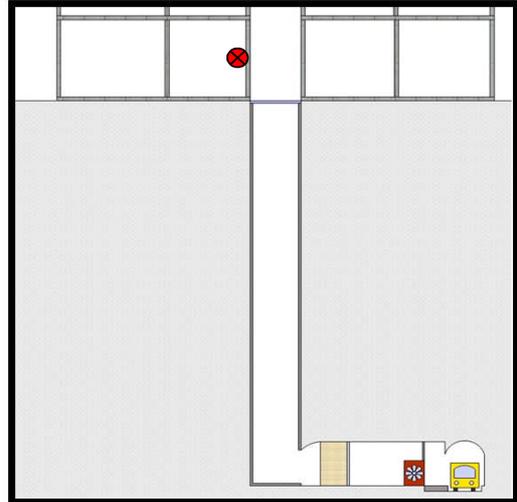
Cheminée Ozanam - Metro Marseille

Le 08/02/2013

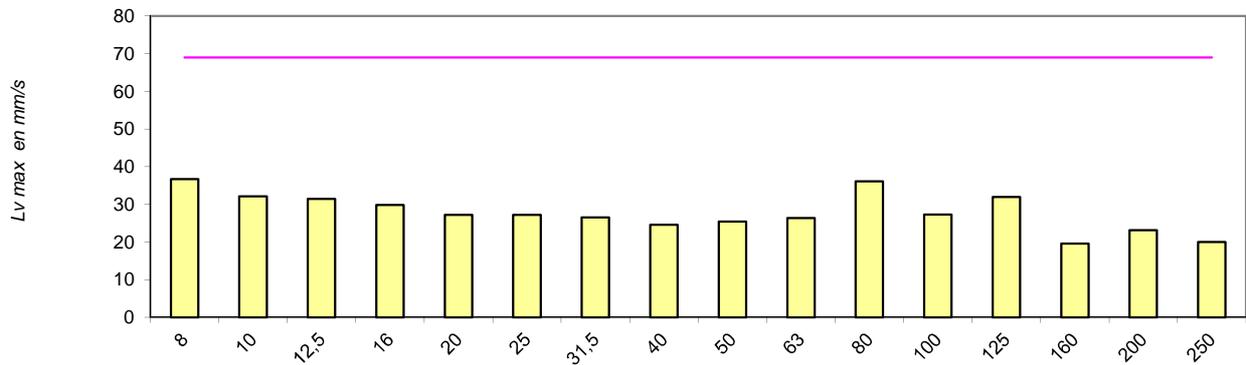
| | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Equipement | Ventilateur métro +compresseur |
| Régime de fonctionnement | Extraction |
| Emplacement de mesure | Sur paroi de gaine |

| | |
|-------------|--------------------|
| Heure début | 00 : 43 : 11 |
| Heure fin | 01 : 04 : 31 |
| Durée | 00 h 21 min 20 sec |

| frequence Hz | Niveau de vitesse RMS en dB (réf 5,10-8 m/s) |
|-----------------------|--|
| 8 | 36,7 |
| 10 | 32,1 |
| 12,5 | 31,4 |
| 16 | 29,8 |
| 20 | 27,2 |
| 25 | 27,2 |
| 31,5 | 26,5 |
| 40 | 24,6 |
| 50 | 25,4 |
| 63 | 26,3 |
| 80 | 36,1 |
| 100 | 27,3 |
| 125 | 31,9 |
| 160 | 19,6 |
| 200 | 23,1 |
| 250 | 20 |
| Vitesse crête en mm/s | 0,020 |



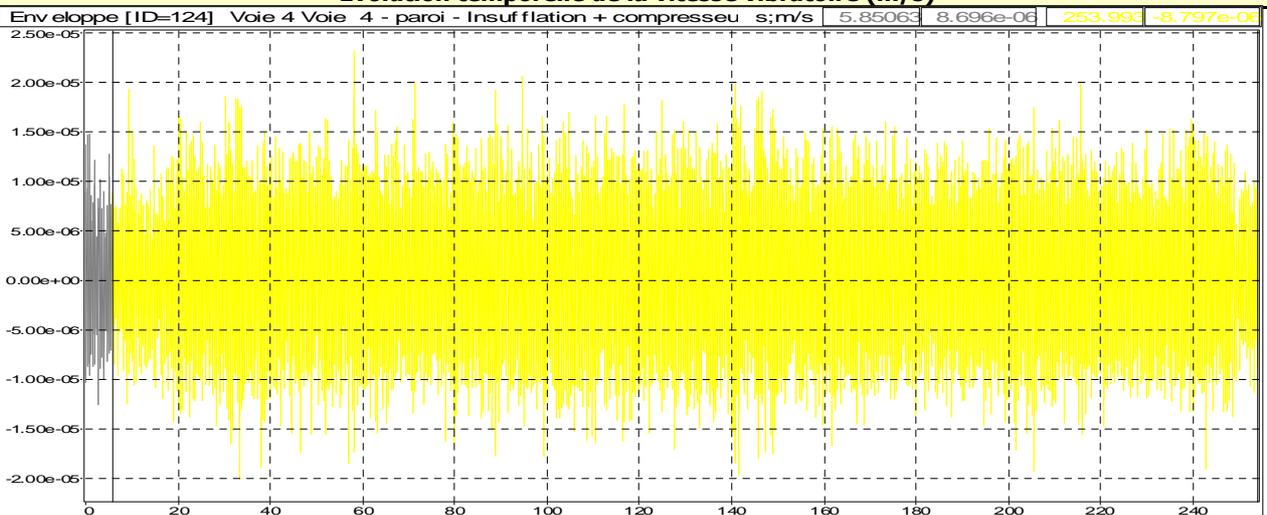
Evolution spectrale du niveau vibratoire (dBv)



Seuil de perception tactile "nocturne"

niveau vibratoire mesuré

Evolution temporelle de la vitesse vibratoire (m/s)



Commentaires

Mesure réalisée avec ventilateur en fonctionnement "extraction" et le train travaux à l'arrêt devant la cheminée avec son compresseur en fonctionnement : configuration train travaux en intervention.

RESULTATS DE MESURE VIBRATOIRE DES EQUIPEMENTS

ACOUPHEN
Ingénierie acoustique

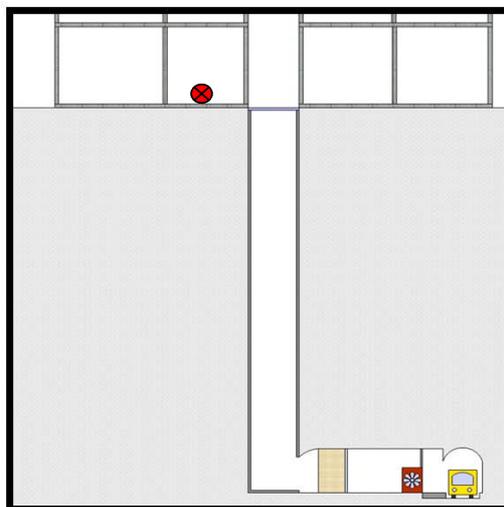
Cheminée Ozanam - Metro Marseille

Le 08/02/2013

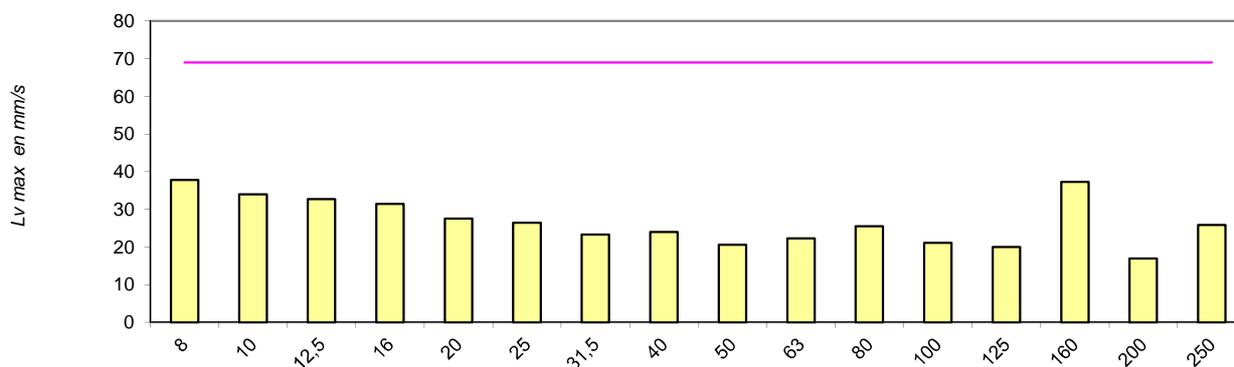
| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Equipement | Ventilateur métro seul |
| Régime de fonctionnement | Extraction |
| Emplacement de mesure | Sur dalle du RdCh |

| | |
|-------------|--------------------|
| Heure début | 00 : 43 : 11 |
| Heure fin | 01 : 04 : 31 |
| Durée | 00 h 21 min 20 sec |

| frequence Hz | Niveau de vitesse RMS en dB (réf 5,10-8 m/s) |
|-----------------------|--|
| 8 | 37,8 |
| 10 | 34 |
| 12,5 | 32,7 |
| 16 | 31,4 |
| 20 | 27,5 |
| 25 | 26,4 |
| 31,5 | 23,3 |
| 40 | 24 |
| 50 | 20,6 |
| 63 | 22,3 |
| 80 | 25,5 |
| 100 | 21,1 |
| 125 | 20 |
| 160 | 37,3 |
| 200 | 16,9 |
| 250 | 25,8 |
| Vitesse crête en mm/s | 0,030 |



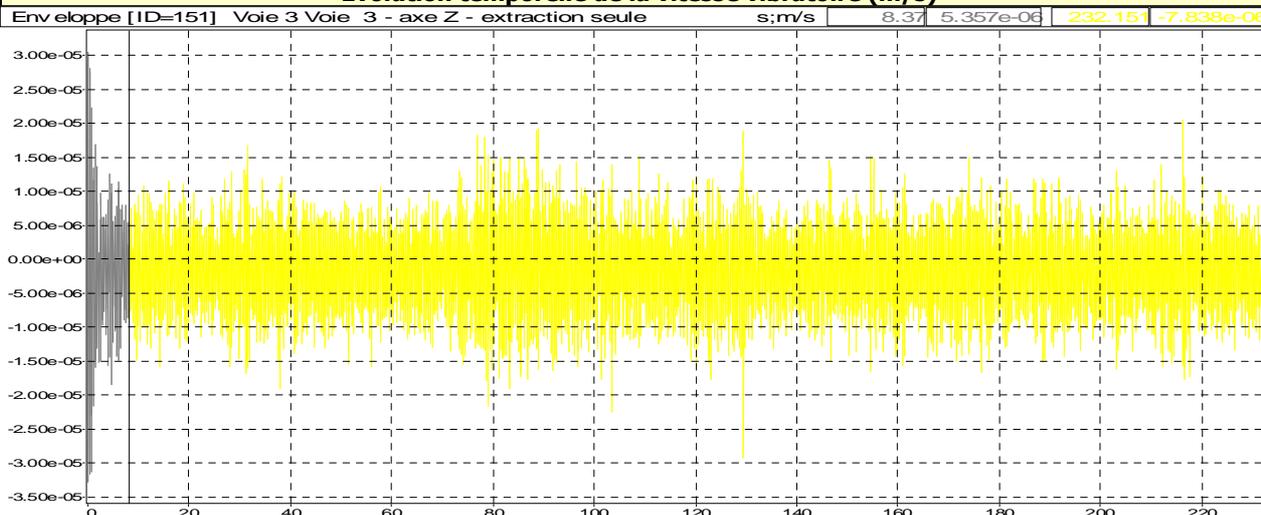
Evolution spectrale du niveau vibratoire (dBv)



Seuil de perception tactile "nocturne"

niveau vibratoire mesuré

Evolution temporelle de la vitesse vibratoire (m/s)



Commentaires

Mesure réalisée avec ventilateur en fonctionnement "Extraction"

RESULTATS DE MESURE VIBRATOIRE DES EQUIPEMENTS

ACOUPHEN
Ingénierie acoustique

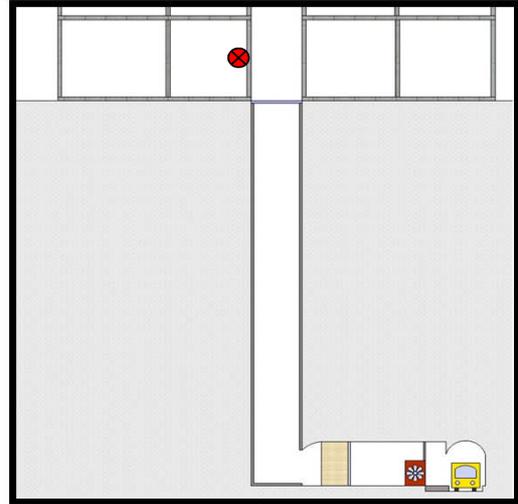
Cheminée Ozanam - Metro Marseille

Le 08/02/2013

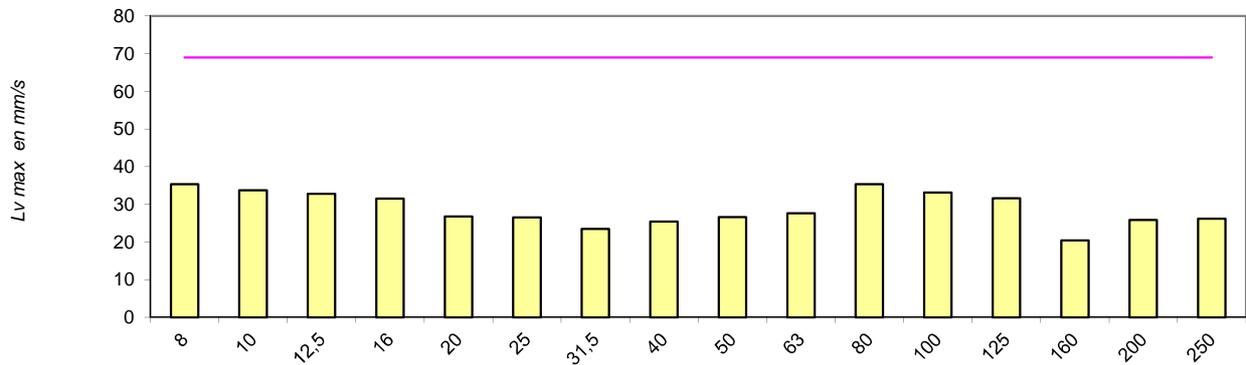
| | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Equipement | Ventilateur métro seule |
| Régime de fonctionnement | Extraction |
| Emplacement de mesure | Sur paroi de gaine |

| | |
|-------------|--------------------|
| Heure début | 00 : 43 : 11 |
| Heure fin | 01 : 04 : 31 |
| Durée | 00 h 21 min 20 sec |

| frequence Hz | Niveau de vitesse RMS en dB (réf 5,10-8 m/s) |
|-----------------------|--|
| 8 | 35,3 |
| 10 | 33,7 |
| 12,5 | 32,8 |
| 16 | 31,5 |
| 20 | 26,8 |
| 25 | 26,5 |
| 31,5 | 23,5 |
| 40 | 25,4 |
| 50 | 26,6 |
| 63 | 27,6 |
| 80 | 35,3 |
| 100 | 33,1 |
| 125 | 31,6 |
| 160 | 20,4 |
| 200 | 25,8 |
| 250 | 26,2 |
| Vitesse crête en mm/s | 0,020 |



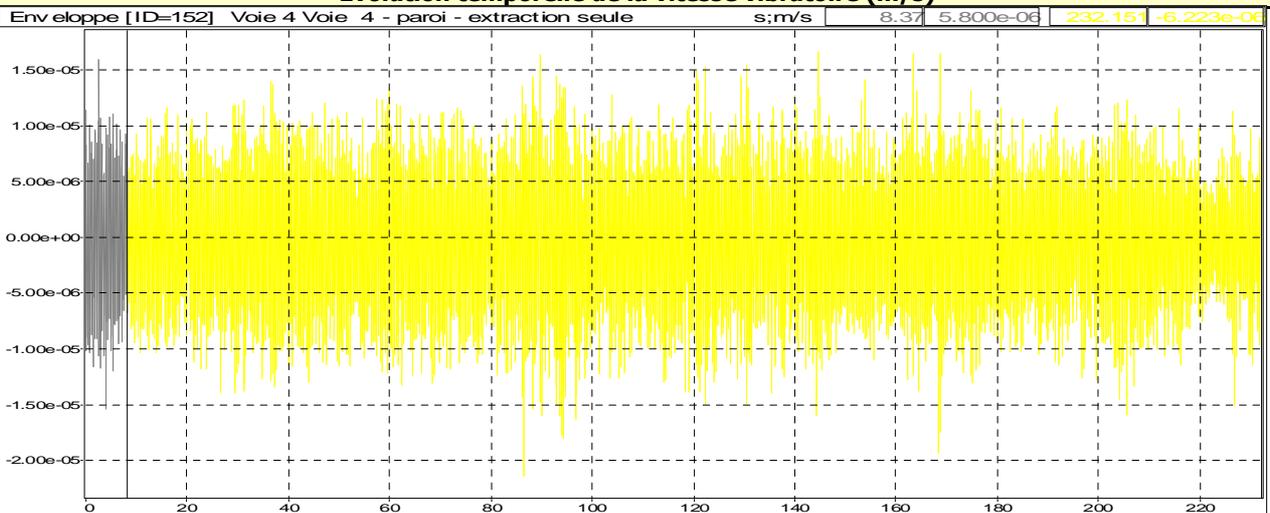
Evolution spectrale du niveau vibratoire (dBv)



Seuil de perception tactile "nocturne"

niveau vibratoire mesuré

Evolution temporelle de la vitesse vibratoire (m/s)



Commentaires

Mesure réalisée avec ventilateur en fonctionnement "Extraction"

RESULTATS DE MESURE VIBRATOIRE DES EQUIPEMENTS

ACOUPHEN
Ingénierie acoustique

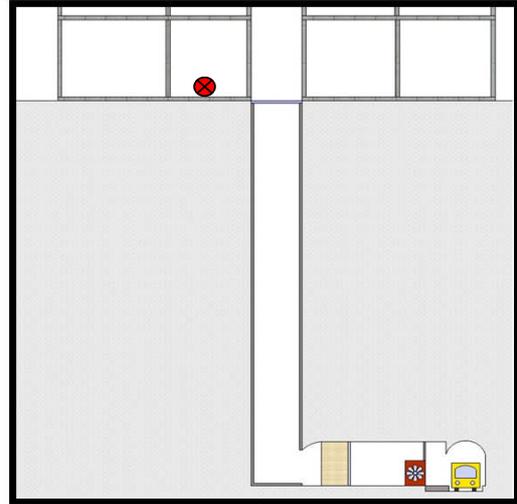
Cheminée Ozanam - Metro Marseille

Le 08/02/2013

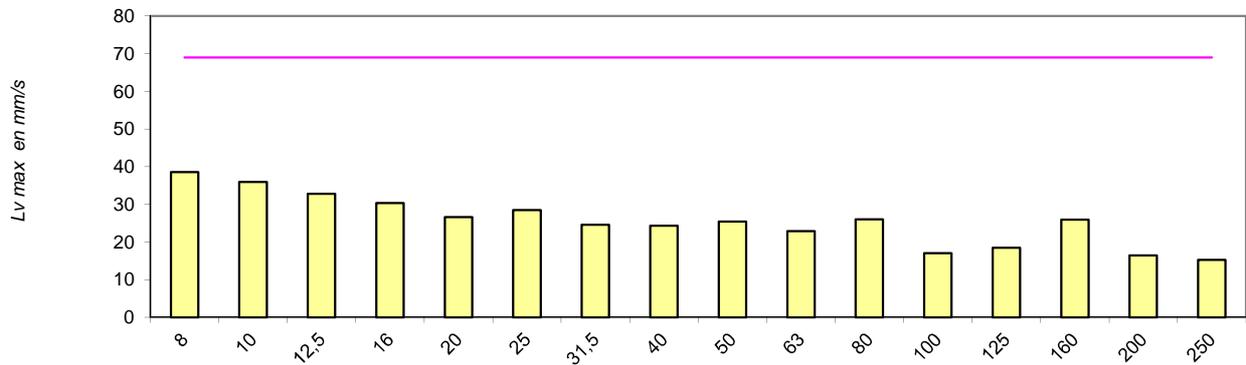
| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Equipement | Ventilateur métro seul |
| Régime de fonctionnement | Insufflation |
| Emplacement de mesure | Sur dalle du RdCh |

| | |
|-------------|--------------------|
| Heure début | 00 : 43 : 11 |
| Heure fin | 01 : 04 : 31 |
| Durée | 00 h 21 min 20 sec |

| frequence Hz | Niveau de vitesse RMS en dB (réf 5,10-8 m/s) |
|-----------------------|--|
| 8 | 38,5 |
| 10 | 35,9 |
| 12,5 | 32,8 |
| 16 | 30,3 |
| 20 | 26,6 |
| 25 | 28,5 |
| 31,5 | 24,6 |
| 40 | 24,3 |
| 50 | 25,4 |
| 63 | 22,9 |
| 80 | 26 |
| 100 | 17 |
| 125 | 18,5 |
| 160 | 25,9 |
| 200 | 16,4 |
| 250 | 15,2 |
| Vitesse crête en mm/s | 0,020 |



Evolution spectrale du niveau vibratoire (dBv)

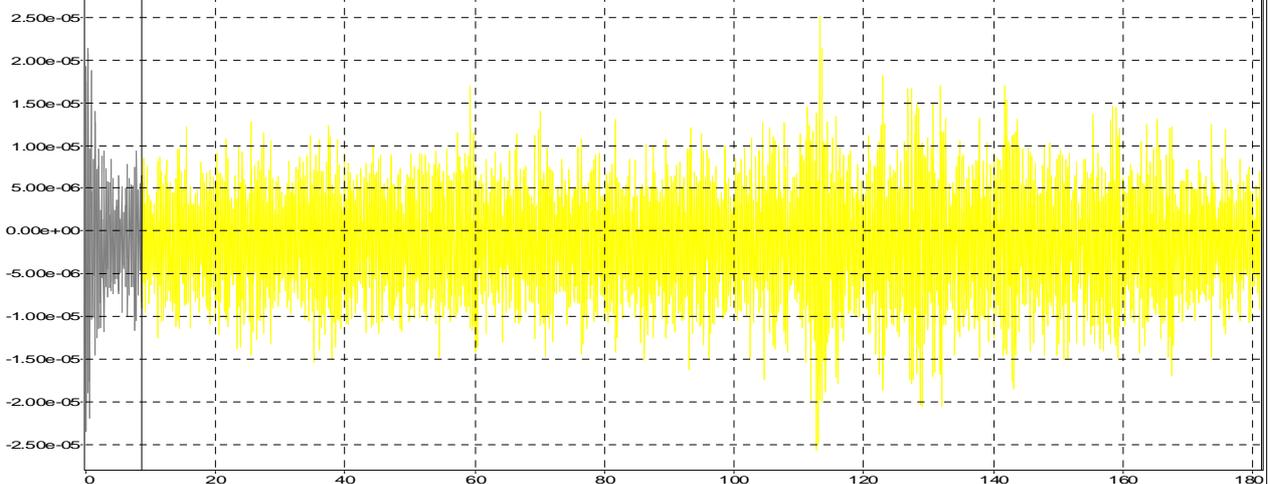


Seuil de perception tactile "nocturne"

niveau vibratoire mesuré

Evolution temporelle de la vitesse vibratoire (m/s)

Env eloppe [ID=167] Voie 3 Voie 3 - axe Z - insufflation seule s:m/s 8.79063 -9.078e-06 181.341 -6.171e-06



Commentaires

Mesure réalisée avec ventilateur en fonctionnement "Insufflation"

RESULTATS DE MESURE VIBRATOIRE DES EQUIPEMENTS

ACOUPHEN
Ingénierie acoustique

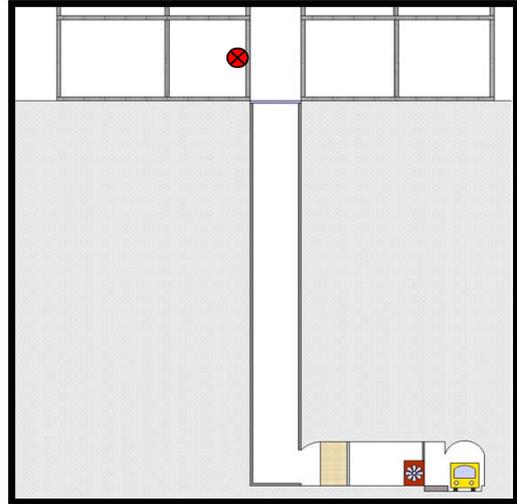
Cheminée Ozanam - Metro Marseille

Le 08/02/2013

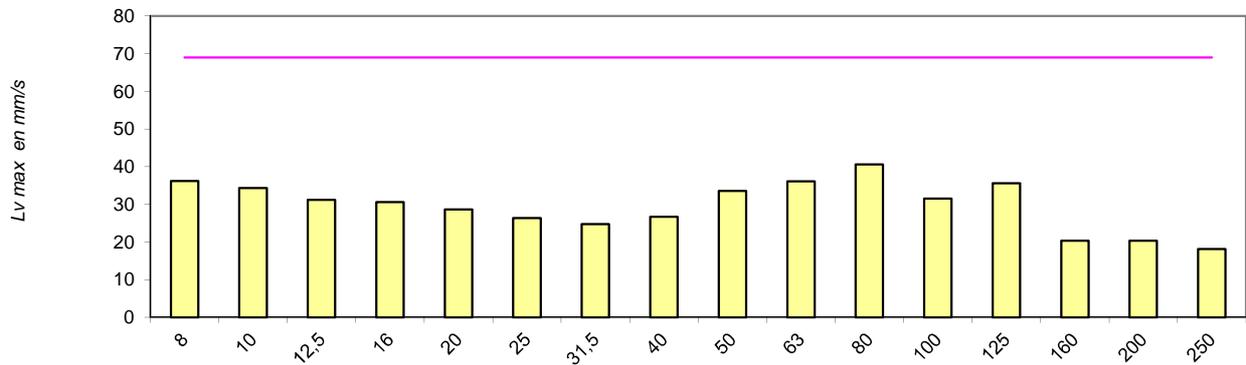
| | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Equipement | Ventilateur métro seule |
| Régime de fonctionnement | Insufflation |
| Emplacement de mesure | Sur paroi de gaine |

| | |
|-------------|--------------------|
| Heure début | 00 : 43 : 11 |
| Heure fin | 01 : 04 : 31 |
| Durée | 00 h 21 min 20 sec |

| frequence Hz | Niveau de vitesse RMS en dB (réf 5,10-8 m/s) |
|-----------------------|--|
| 8 | 36,2 |
| 10 | 34,3 |
| 12,5 | 31,2 |
| 16 | 30,6 |
| 20 | 28,6 |
| 25 | 26,3 |
| 31,5 | 24,7 |
| 40 | 26,7 |
| 50 | 33,5 |
| 63 | 36,1 |
| 80 | 40,6 |
| 100 | 31,5 |
| 125 | 35,6 |
| 160 | 20,3 |
| 200 | 20,3 |
| 250 | 18,1 |
| Vitesse crête en mm/s | 0,020 |



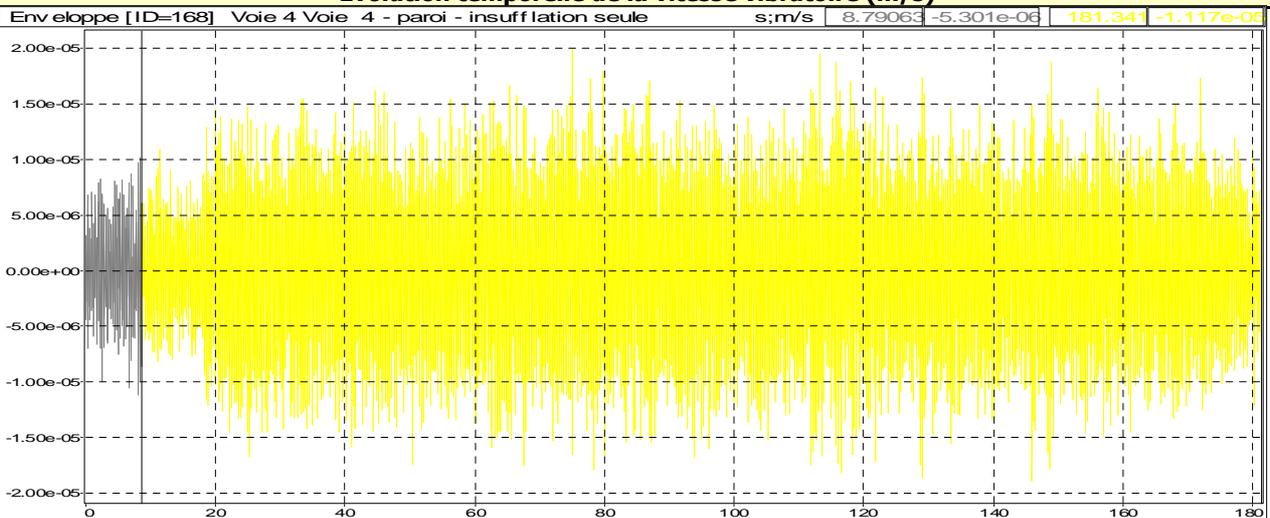
Evolution spectrale du niveau vibratoire (dBv)



Seuil de perception tactile "nocturne"

niveau vibratoire mesuré

Evolution temporelle de la vitesse vibratoire (m/s)

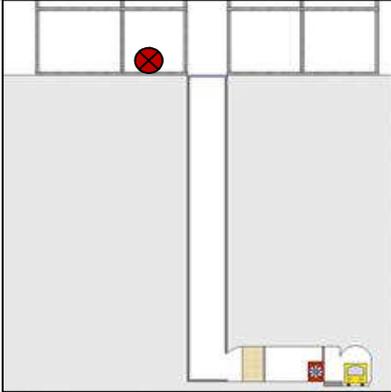


Commentaires

Mesure réalisée avec ventilateur en fonctionnement "Insufflation"

240040-Cheminée Ozanam Métro de marseille

| | | | | | | |
|----------------|----------------|--|----|-------|---|-------|
| GENERAL | Date : | 7 février 2013 | de | 18h41 | à | 19h26 |
| | Référence : | Mesure passage de Metro | | | | |
| | Localisation : | Logements rue Ozanam - Marseille | | | | |
| | Description : | Mesure du niveau vibratoire sur la dalle basse du logement au RdCH Mesure réalisée durant les passages de metro | | | | |

| | | |
|---------------------|--|--|
| PHOTO / PLAN |  |  |
|---------------------|--|--|

| | | | | |
|---------------|--------------|-------------------------------|----------|------------------|
| SOURCE | Type : | Ferroviaire | Armement | Traverse bi-bloc |
| | Insertion : | Souterrain | Autre | Métro sur pneu |
| | Précisions : | Passage de Metros dans tunnel | | |

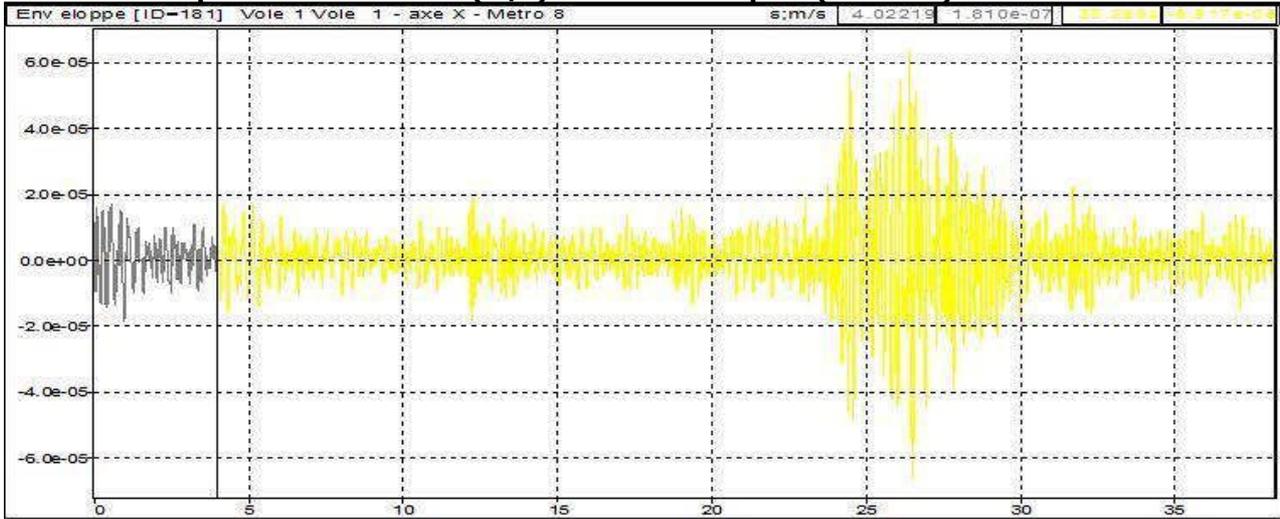
| | | | | |
|----------------|--------------|--|-----------------|----------|
| TERRAIN | Distance : | 25m | Nature du sol : | Inconnue |
| | Précisions : | Tunnel située à 25m de profondeur du sol | | |

| | | | | |
|----------------|--------------|--|-----------------|--------------|
| RECEPT. | Type : | Bâtiment | Nombre d'étages | 2 étages |
| | Nature : | Logements | Fondations | Dallage 25cm |
| | Précisions : | Mesure réalisée au milieu de la dalle 25cm (6m*4m) | | |

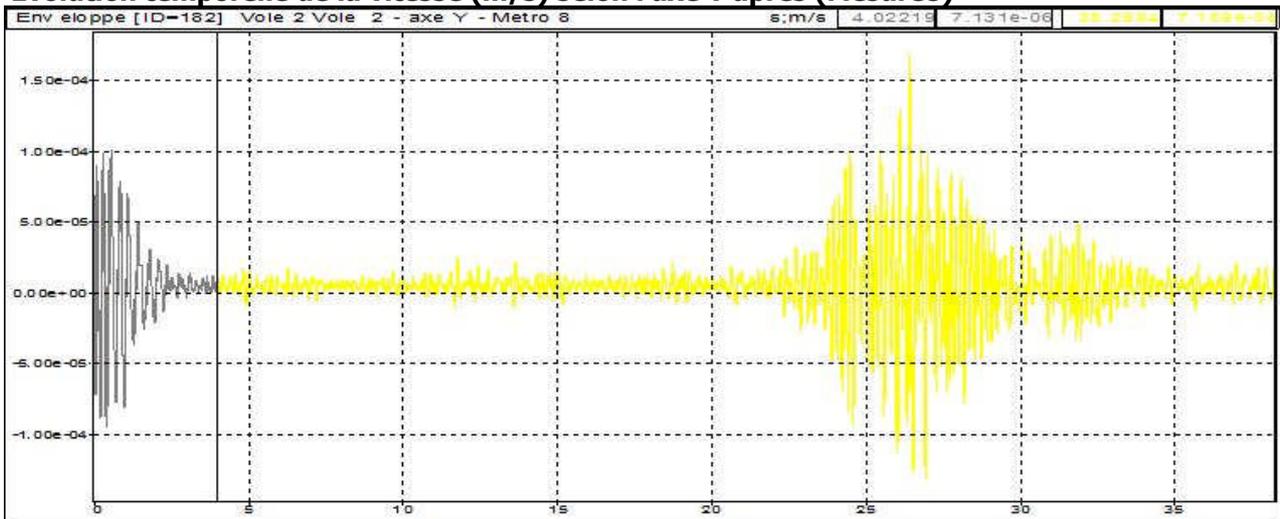
+ Axe X : Selon l'axe parallèle à la voie; Axe Y : selon l'axe perpendiculaire à la voie
 Axe Z : Selon l'axe Normal de la dalle

| | | | |
|-----------------|-------------------------|------------------|--|
| MATERIEL | Fixation capteur : | Cire d'abeille | Photo du capteur  |
| | Système d'acquisition : | dB 4 n°1 | |
| | Echantillonnage : | 25600 Hz | |
| | Durée d'intégration : | 100 ms | |
| | Calibrage : | 10 m/s² à 159 Hz | |
| | Accéléromètres | | |
| PCB_Triaxial | 356B18 n°LW120365 | | |
| PCB_Triaxial | 356B18 n°LW120365 | | |
| PCB_Triaxial | 356B18 n°LW120365 | | |

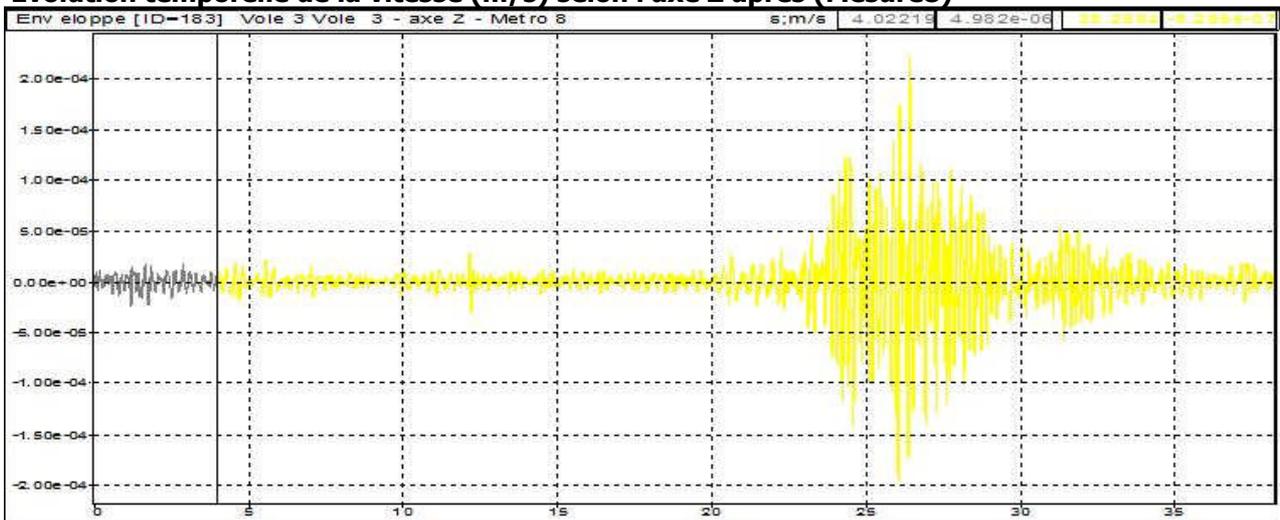
Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe X après (Mesure8)



Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe Y après (Mesure8)



Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe Z après (Mesure8)



FICHE DE MESURES
MESURES VIBRATOIRES
RESULTATS GLOBAUX

| DESCRIPTIF | Mesure | Type de train | Vitesse | Voiture | Durée (min:sec) | Remarques |
|------------|--------|---------------|---------|---------|-----------------|-----------|
| | 1 | Metro | - | - | 00:31 | |
| | 2 | Metro | - | - | 00:38 | |
| | 3 | Metro | - | - | 00:41 | |
| | 4 | Metro | - | - | 00:40 | |
| | 5 | Metro | - | - | 00:38 | |
| | 6 | Metro | - | - | 00:37 | |
| | 7 | Metro | - | - | 00:41 | |
| | 8 | Metro | - | - | 00:38 | |
| | 9 | Metro | - | - | 00:36 | |

Vitesses crêtes en mm/s représentant les valeurs maximales de la vitesse vibratoire obtenues sur chaque mesure dans la plage 4Hz-100Hz.

| VITESSE CRETE | Mesure | Axe X | Axe Y | Axe Z |
|---------------|--------|-------|-------|-------|
| | 1 | 0,05 | 0,14 | 0,14 |
| | 2 | 0,05 | 0,12 | 0,15 |
| | 3 | 0,03 | 0,07 | 0,09 |
| | 4 | 0,04 | 0,13 | 0,16 |
| | 5 | 0,1 | 0,26 | 0,42 |
| | 6 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| | 7 | 0,05 | 0,13 | 0,16 |
| | 8 | 0,06 | 0,16 | 0,22 |
| | 9 | 0,05 | 0,1 | 0,12 |

Paramètres d'étude définis selon la circulaire 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.

La valeur "RMS global" représente le niveau RMS de la vitesse vibratoire obtenu par mesure sur l'ensemble de l'intervalle fréquentiel [16Hz-250 Hz]

La valeur "RMS max" représente le niveau RMS de la vitesse vibratoire le plus élevé de la mesure, obtenu sur bande de 1/3 octave, dans l'intervalle fréquentiel [8Hz-250Hz]

| VITESSE RMS | Mesure | Axe X | | | Axe Y | | | Axe Z | | |
|-------------|--------|------------|---------|---------|------------|---------|---------|------------|---------|---------|
| | | RMS global | RMS max | 1/3 oct | RMS global | RMS max | 1/3 oct | RMS global | RMS max | 1/3 oct |
| | 1 | 28,3 | 36,2 | 8,0 | 29,5 | 40,8 | 12,5 | 31,6 | 48,8 | 10,0 |
| | 2 | 29,4 | 38,1 | 8,0 | 30,1 | 42,7 | 12,5 | 32,7 | 48,1 | 10,0 |
| | 3 | 30,3 | 37,8 | 8,0 | 31,8 | 44,3 | 10,0 | 30,6 | 54,4 | 10,0 |
| | 4 | 31,5 | 36,4 | 10,0 | 32,9 | 44,2 | 10,0 | 32,5 | 55,9 | 10,0 |
| | 5 | 30,5 | 45,2 | 8,0 | 33,7 | 55,1 | 8,0 | 37,4 | 64,5 | 8,0 |
| | 6 | 29,8 | 35,2 | 10,0 | 30,1 | 36,6 | 8,0 | 30,0 | 38,0 | 8,0 |
| | 7 | 28,8 | 37,7 | 12,5 | 31,0 | 47,3 | 8,0 | 34,5 | 56,8 | 8,0 |
| | 8 | 29,0 | 41,3 | 12,5 | 31,0 | 47,4 | 12,5 | 34,5 | 55,4 | 10,0 |
| 9 | 30,6 | 37,6 | 8,0 | 31,3 | 45,5 | 8,0 | 30,5 | 52,8 | 8,0 | |
| Moyenne | 29,9 | | | 31,5 | | | 33,4 | | | |

Référence : 5.10^{-8} m/s

Paramètres d'étude définis selon les normes NF ISO 2631 et ISO 14837

FICHE DE MESURES

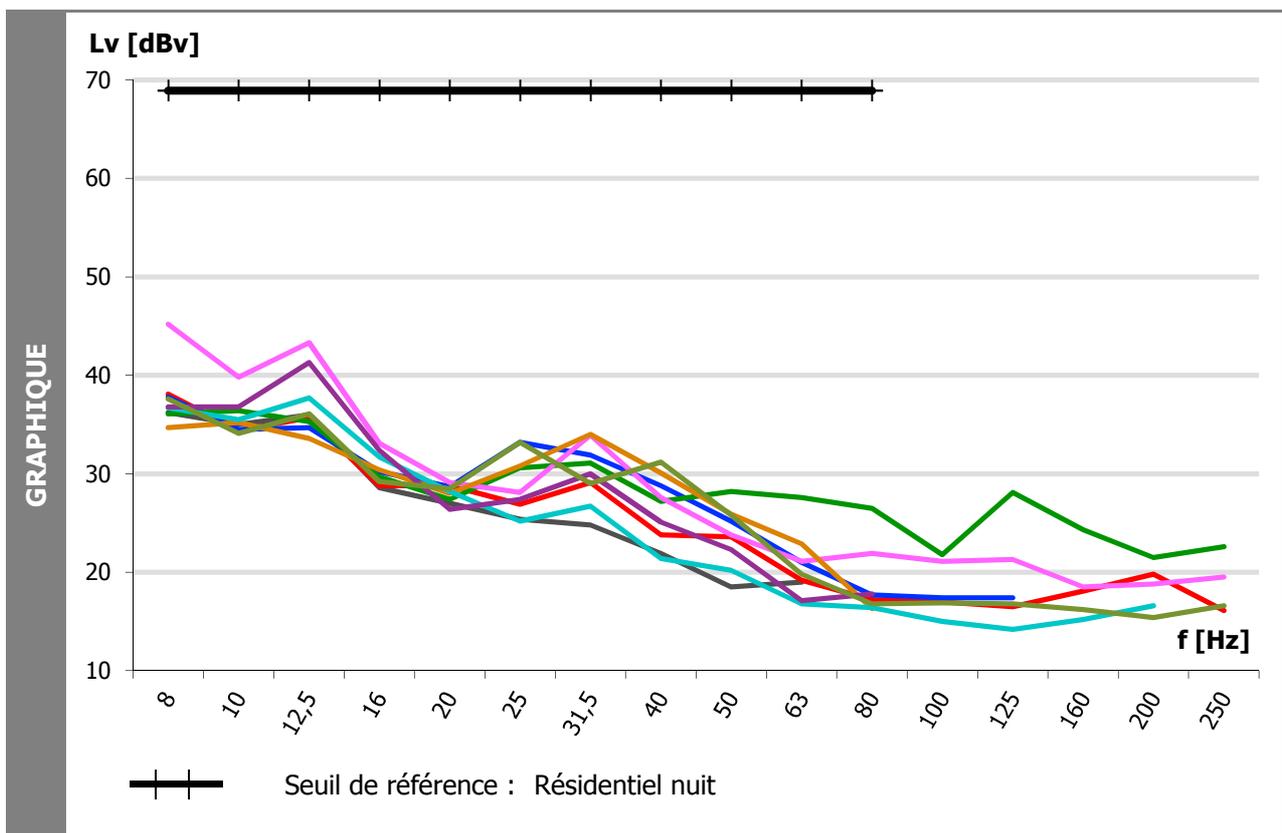
MESURES VIBRATOIRES

RESULTATS DETAILLES

Axe X

| Niveaux de vitesse vibratoire maximale par bande de tiers d'octave | Fréquence | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 |
|--|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Hz | dBv | dBv | dBv | dBv | dBv | dBv | dBv | dBv | dBv |
| | 8 | 36,2 | 38,1 | 37,8 | 36,1 | 45,2 | 34,7 | 36,7 | 36,8 | 37,6 |
| | 10 | 35,0 | 34,4 | 34,5 | 36,4 | 39,8 | 35,2 | 35,5 | 36,8 | 34,1 |
| | 12,5 | 36,0 | 35,7 | 34,7 | 35,3 | 43,3 | 33,6 | 37,7 | 41,3 | 36,1 |
| | 16 | 28,6 | 28,8 | 30,2 | 29,7 | 33,1 | 30,4 | 31,7 | 32,4 | 29,2 |
| | 20 | 27,0 | 28,8 | 28,7 | 27,4 | 29,1 | 28,0 | 28,2 | 26,4 | 28,5 |
| | 25 | 25,4 | 26,9 | 33,2 | 30,6 | 28,1 | 30,8 | 25,2 | 27,4 | 33,2 |
| | 31,5 | 24,8 | 29,1 | 31,9 | 31,1 | 33,9 | 34,0 | 26,7 | 30,0 | 29,0 |
| | 40 | 21,9 | 23,8 | 28,8 | 27,2 | 27,6 | 30,1 | 21,4 | 25,1 | 31,2 |
| | 50 | 18,5 | 23,6 | 25,2 | 28,2 | 23,8 | 25,9 | 20,2 | 22,3 | 25,8 |
| | 63 | 19,0 | 19,2 | 21,0 | 27,6 | 21,1 | 22,9 | 16,8 | 17,1 | 19,8 |
| | 80 | | 17,2 | 17,7 | 26,5 | 21,9 | 16,3 | 16,4 | 17,8 | 16,8 |
| | 100 | | 17,0 | 17,4 | 21,8 | 21,1 | | 15,0 | | 16,9 |
| | 125 | | 16,5 | 17,4 | 28,1 | 21,3 | | 14,2 | | 16,8 |
| | 160 | | 18,1 | | 24,3 | 18,5 | | 15,2 | | 16,2 |
| | 200 | | 19,8 | | 21,5 | 18,8 | | 16,6 | | 15,4 |
| | 250 | | 16,1 | | 22,6 | 19,5 | | | | 16,6 |
| | Durée | 00:31 | 00:38 | 00:41 | 00:40 | 00:38 | 00:37 | 00:41 | 00:38 | 00:36 |
| | Code | [Barres colorées] | | | | | | | | |

Référence : $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



FICHE DE MESURES

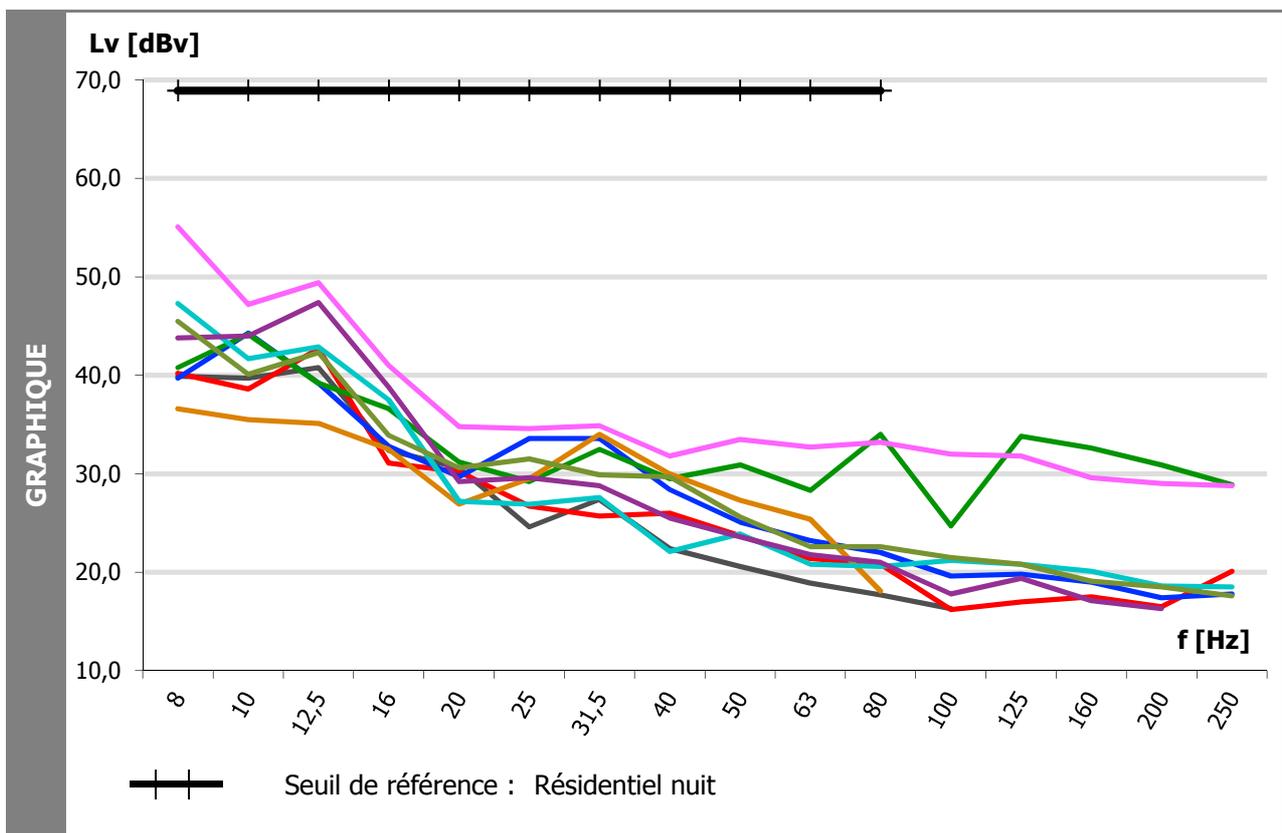
MESURES VIBRATOIRES

RESULTATS DETAILLES

Axe Y

| Niveaux de vitesse vibratoire maximale par bande de tiers d'octave | Fréquence | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 |
|--|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Hz | dBv |
| | 8 | 39,9 | 40,2 | 39,7 | 40,8 | 55,1 | 36,6 | 47,3 | 43,8 | 45,5 |
| | 10 | 39,7 | 38,6 | 44,3 | 44,2 | 47,2 | 35,5 | 41,7 | 44,0 | 40,1 |
| | 12,5 | 40,8 | 42,7 | 39,2 | 39,2 | 49,4 | 35,1 | 42,9 | 47,4 | 42,3 |
| | 16 | 32,4 | 31,1 | 32,8 | 36,6 | 41,0 | 32,5 | 37,5 | 38,8 | 33,9 |
| | 20 | 30,6 | 30,2 | 29,7 | 31,2 | 34,8 | 26,9 | 27,2 | 29,2 | 30,6 |
| | 25 | 24,6 | 26,7 | 33,6 | 29,2 | 34,6 | 29,5 | 26,9 | 29,6 | 31,5 |
| | 31,5 | 27,4 | 25,7 | 33,6 | 32,5 | 34,9 | 34,0 | 27,6 | 28,8 | 29,9 |
| | 40 | 22,4 | 26,0 | 28,4 | 29,5 | 31,8 | 30,0 | 22,1 | 25,5 | 29,7 |
| | 50 | 20,6 | 23,7 | 25,1 | 30,9 | 33,5 | 27,3 | 23,9 | 23,6 | 25,6 |
| | 63 | 18,9 | 21,4 | 23,2 | 28,3 | 32,7 | 25,4 | 20,8 | 21,8 | 22,6 |
| | 80 | 17,7 | 20,8 | 22,0 | 34,0 | 33,2 | 18,1 | 20,6 | 21,0 | 22,6 |
| | 100 | 16,3 | 16,2 | 19,6 | 24,7 | 32,0 | | 21,2 | 17,8 | 21,5 |
| | 125 | | 17,0 | 19,8 | 33,8 | 31,8 | | 20,8 | 19,4 | 20,8 |
| | 160 | | 17,5 | 19,0 | 32,6 | 29,6 | | 20,1 | 17,1 | 19,1 |
| | 200 | | 16,5 | 17,4 | 30,9 | 29,0 | | 18,6 | 16,3 | 18,5 |
| | 250 | | 20,1 | 17,8 | 28,9 | 28,8 | | 18,5 | | 17,6 |
| | Durée | | | | | | | | | |
| | Code | | | | | | | | | |

Référence : $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



FICHE DE MESURES

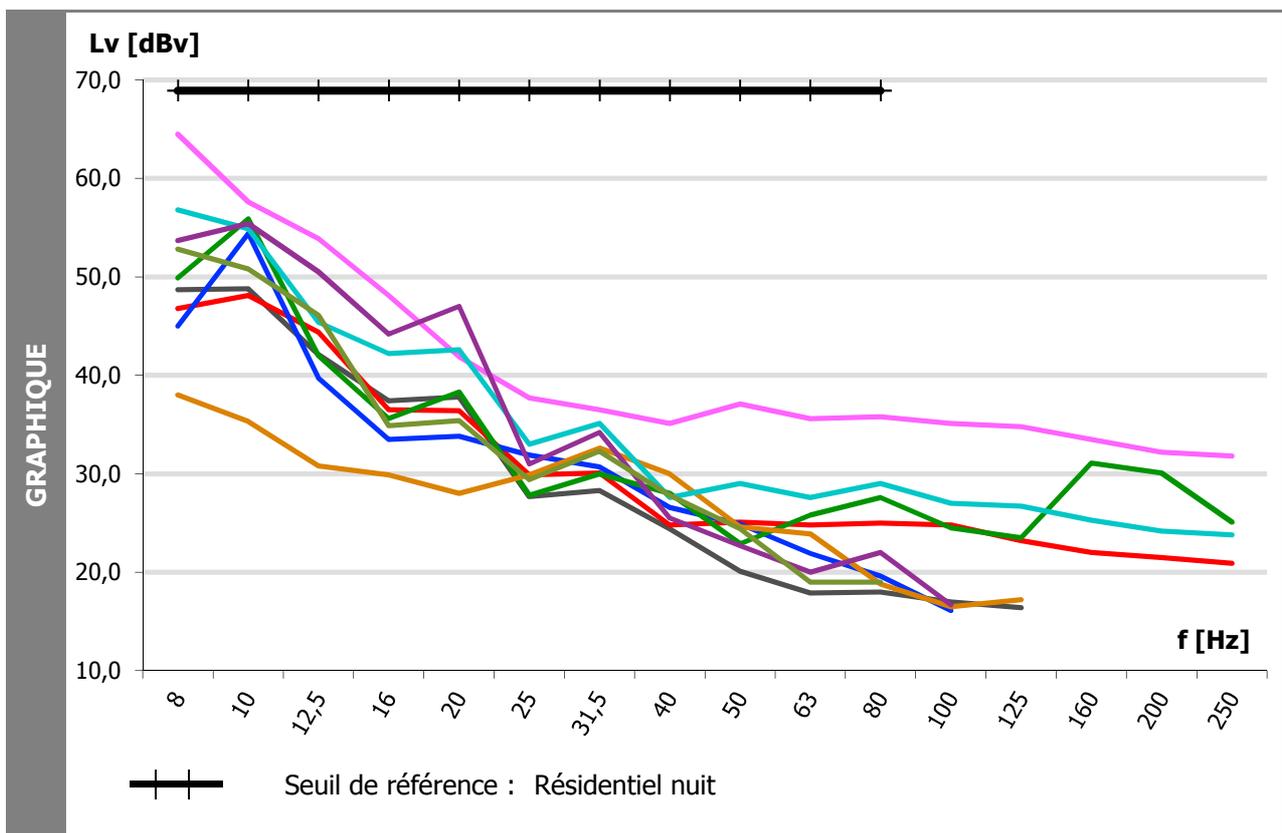
MESURES VIBRATOIRES

RESULTATS DETAILLES

Axe Z

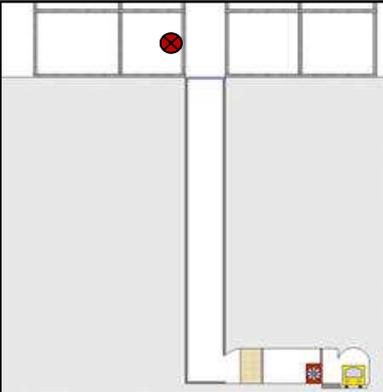
| Fréquence | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Hz | dBv |
| 8 | 48,7 | 46,8 | 45,0 | 49,9 | 64,5 | 38,0 | 56,8 | 53,7 | 52,8 |
| 10 | 48,8 | 48,1 | 54,4 | 55,9 | 57,6 | 35,3 | 54,9 | 55,4 | 50,8 |
| 12,5 | 42,1 | 44,4 | 39,7 | 42,0 | 53,9 | 30,8 | 45,4 | 50,5 | 46,1 |
| 16 | 37,4 | 36,5 | 33,5 | 35,6 | 48,1 | 29,9 | 42,2 | 44,2 | 34,9 |
| 20 | 37,8 | 36,4 | 33,8 | 38,3 | 41,9 | 28,0 | 42,6 | 47,0 | 35,4 |
| 25 | 27,7 | 29,9 | 31,9 | 27,8 | 37,7 | 29,9 | 33,0 | 31,0 | 29,4 |
| 31,5 | 28,3 | 30,1 | 30,7 | 30,0 | 36,5 | 32,6 | 35,1 | 34,2 | 32,3 |
| 40 | 24,4 | 24,8 | 26,6 | 28,0 | 35,1 | 30,0 | 27,6 | 25,5 | 27,8 |
| 50 | 20,1 | 25,1 | 24,9 | 22,9 | 37,1 | 24,6 | 29,0 | 22,7 | 24,4 |
| 63 | 17,9 | 24,8 | 21,9 | 25,8 | 35,6 | 23,9 | 27,6 | 20,0 | 19,0 |
| 80 | 18,0 | 25,0 | 19,6 | 27,6 | 35,8 | 18,8 | 29,0 | 22,0 | 19,0 |
| 100 | 17,0 | 24,8 | 16,1 | 24,5 | 35,1 | 16,5 | 27,0 | 16,7 | |
| 125 | 16,4 | 23,2 | | 23,5 | 34,8 | 17,2 | 26,7 | | |
| 160 | | 22,0 | | 31,1 | 33,5 | | 25,3 | | |
| 200 | | 21,5 | | 30,1 | 32,2 | | 24,2 | | |
| 250 | | 20,9 | | 25,1 | 31,8 | | 23,8 | | |
| Durée | | | | | | | | | |
| Code | | | | | | | | | |

Référence : 5.10⁻⁸ m/s



240040-Cheminée Ozanam Métro de marseille

| | | | | | | |
|----------------|----------------|---|----|-------|---|-------|
| GENERAL | Date : | 7 février 2013 | de | 18h41 | à | 19h26 |
| | Référence : | Mesure passage de Metro | | | | |
| | Localisation : | Logements rue Ozanam - Marseille | | | | |
| | Description : | Mesure du niveau vibratoire sur le mur séparant le logement du RdCH de la gaine d'extraction Mesure réalisée durant 9 passage de metro | | | | |

| | | |
|---------------------|--|--|
| PHOTO / PLAN |  |  |
|---------------------|--|--|

| | | | | |
|---------------|--------------|-------------------------------|----------|------------------|
| SOURCE | Type : | Ferroviaire | Armement | Traverse bi-bloc |
| | Insertion : | Souterrain | Autre | Metro sur pneu |
| | Précisions : | Passage de Metros dans tunnel | | |

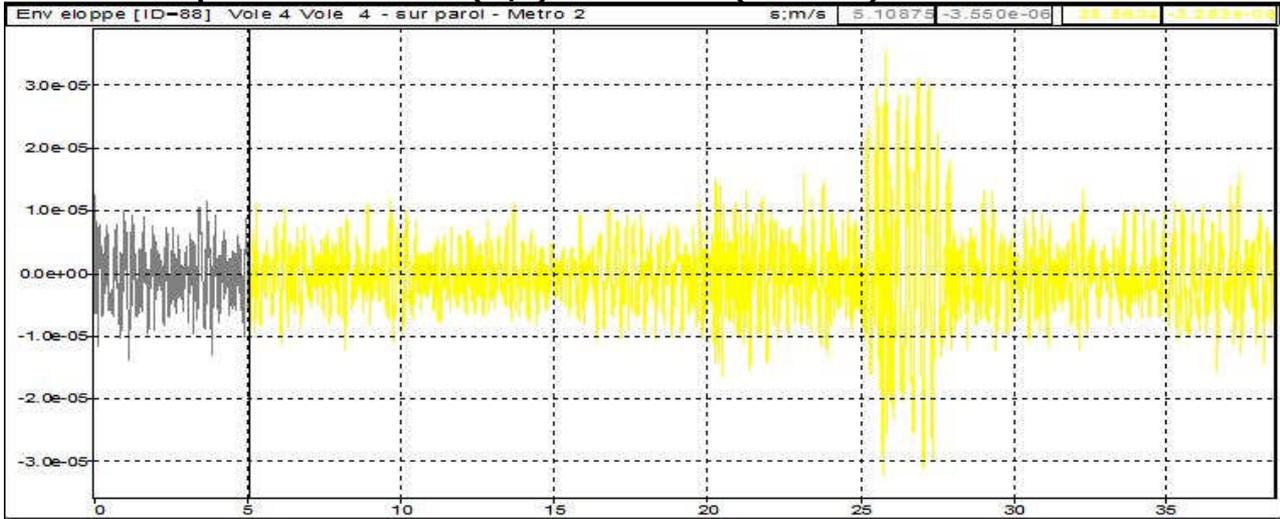
| | | | | |
|----------------|--------------|--|-----------------|----------|
| TERRAIN | Distance : | 25m | Nature du sol : | Inconnue |
| | Précisions : | Tunnel située à 25m de profondeur du sol | | |

| | | | | |
|----------------|--------------|---|-----------------|--------------|
| RECEPT. | Type : | Bâtiment | Nombre d'étages | 2 étages |
| | Nature : | Logements | Fondations | Dallage 25cm |
| | Précisions : | Mesure réalisée au milieu du voile béton 25cm séparant le logement de la gaine d'extraction | | |

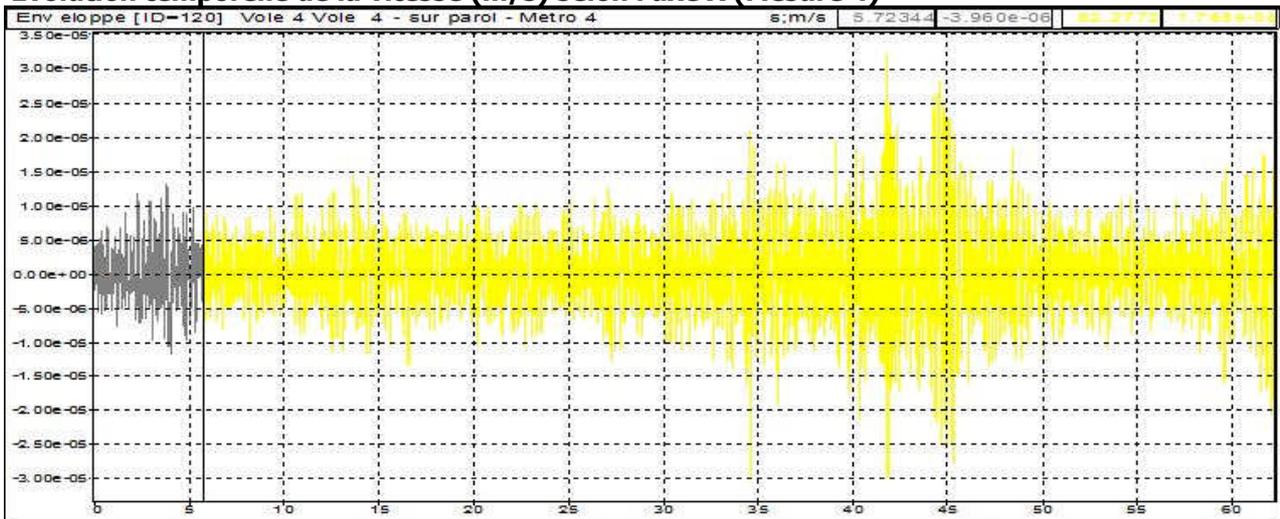
+ Axe Z : Selon l'axe Normal du voile béton (selon l'axe parallèle à la voie)

| | | | |
|-----------------|-------------------------|------------------|---|
| MATERIEL | Fixation capteur : | Cire d'abeille |  |
| | Système d'acquisition : | dB 4 n°1 | |
| | Echantillonnage : | 25600 Hz | |
| | Durée d'intégration : | 100 ms | |
| | Calibrage : | 10 m/s² à 159 Hz | |
| | Accéléromètres | | |
| | Kist_1 | 8784A5 n°2090775 | |

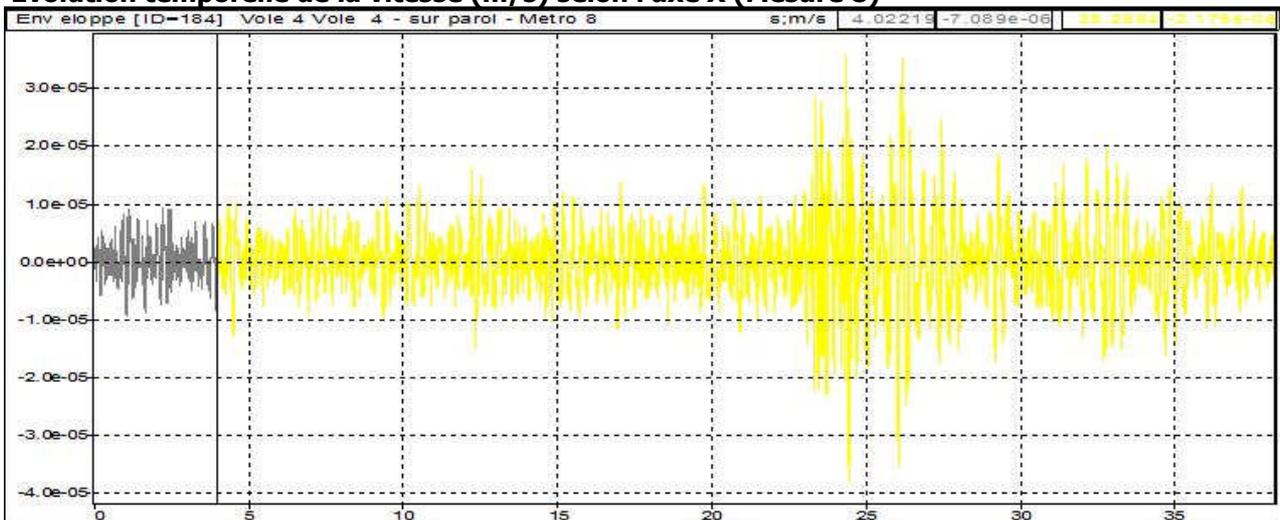
Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe X (Mesure 2)



Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe X (Mesure 4)



Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe X (Mesure 8)



FICHE DE MESURES
MESURES VIBRATOIRES
RESULTATS GLOBAUX

| DESCRIPTIF | Mesure | Type de train | Vitesse | Voiture | Durée (min:sec) | Remarques |
|------------|--------|---------------|---------|---------|-----------------|-----------|
| | 1 | Metro | - | - | 00:31 | |
| | 2 | Metro | - | - | 00:38 | |
| | 3 | Metro | - | - | 00:41 | |
| | 4 | Metro | - | - | 00:40 | |
| | 5 | Metro | - | - | 00:38 | |
| | 6 | Metro | - | - | 00:37 | |
| | 7 | Metro | - | - | 00:41 | |
| | 8 | Metro | - | - | 00:38 | |
| | 9 | Metro | - | - | 00:36 | |

Vitesses crêtes en mm/s représentant les valeurs maximales de la vitesse vibratoire obtenues sur chaque mesure dans la plage 4Hz-100Hz.

| VITESSE CRETE | Mesure | Axe X |
|---------------|--------|-------|
| | 1 | 0,02 |
| | 2 | 0,03 |
| | 3 | 0,02 |
| | 4 | 0,02 |
| | 5 | 0,06 |
| | 6 | 0,01 |
| | 7 | 0,05 |
| | 8 | 0,03 |
| | 9 | 0,03 |

Paramètres d'étude définis selon la circulaire 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.

La valeur "RMS global" représente le niveau RMS de la vitesse vibratoire obtenu par mesure sur l'ensemble de l'intervalle fréquentiel [16Hz-250 Hz]
 La valeur "RMS max" représente le niveau RMS de la vitesse vibratoire le plus élevé de la mesure, obtenu sur bande de 1/3 octave, dans l'intervalle fréquentiel [8Hz-250Hz]

| VITESSE RMS | Mesure | Axe X | | |
|-------------|--------|------------|---------|---------|
| | | RMS global | RMS max | 1/3 oct |
| | 1 | 30,4 | 42,6 | 8,0 |
| | 2 | 31,2 | 45,1 | 8,0 |
| | 3 | 32,5 | 37,9 | 8,0 |
| | 4 | 33,8 | 47,2 | 80,0 |
| | 5 | 32,8 | 49,5 | 8,0 |
| | 6 | 32,0 | 36,7 | 8,0 |
| | 7 | 30,9 | 50,3 | 8,0 |
| | 8 | 31,5 | 51,2 | 8,0 |
| 9 | 32,2 | 45,7 | 8,0 | |
| Moyenne | 32,0 | | | |

Référence : $5 \cdot 10^{-8}$ m/s

Paramètres d'étude définis selon les normes NF ISO 2631 et ISO 14837

FICHE DE MESURES

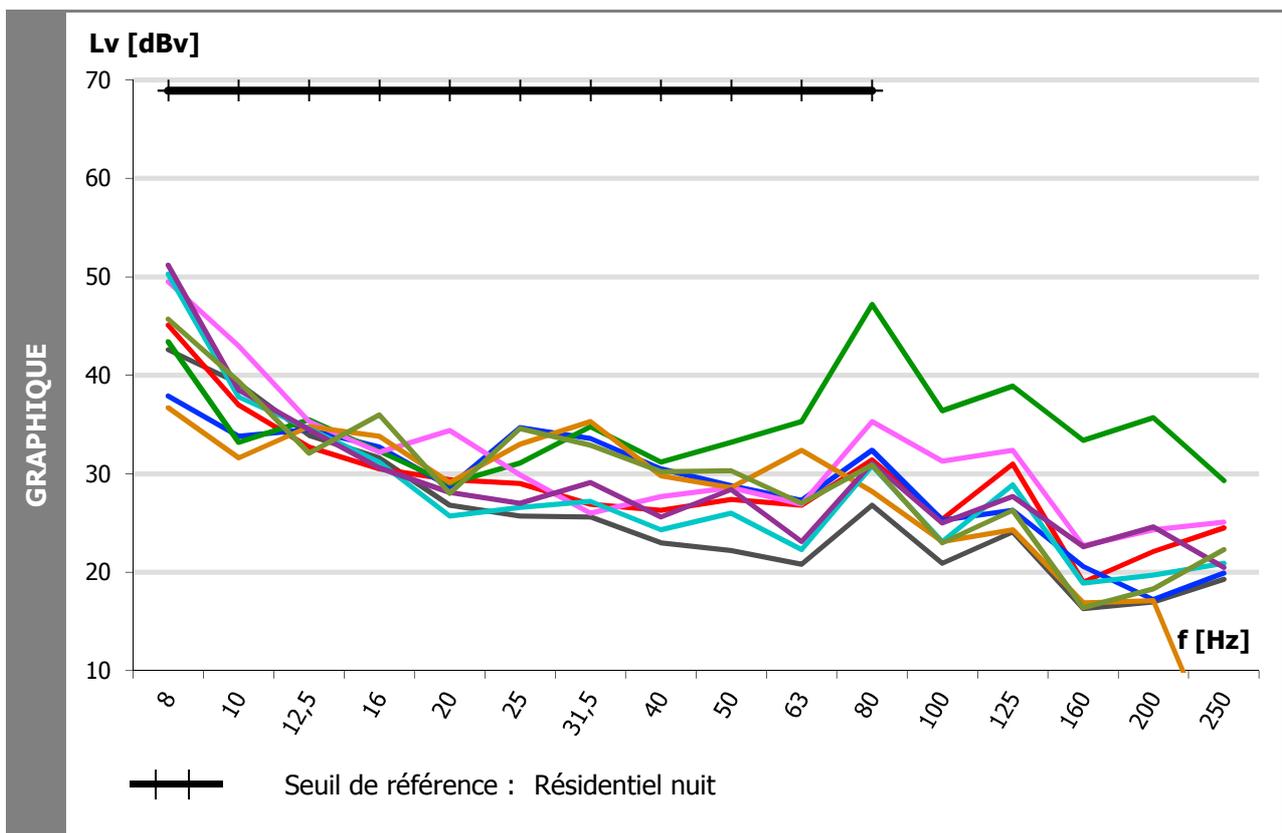
MESURES VIBRATOIRES

RESULTATS DETAILLES

Axe X

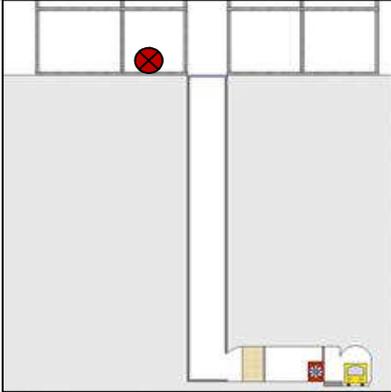
| Niveaux de vitesse vibratoire maximale par bande de tiers d'octave | Fréquence | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 |
|--|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Hz | dBv |
| | 8 | 42,6 | 45,1 | 37,9 | 43,4 | 49,5 | 36,7 | 50,3 | 51,2 | 45,7 |
| | 10 | 39,2 | 37,0 | 33,8 | 33,2 | 43,0 | 31,6 | 37,8 | 38,5 | 39,4 |
| | 12,5 | 33,9 | 32,7 | 34,5 | 35,5 | 35,3 | 34,8 | 34,6 | 34,5 | 32,1 |
| | 16 | 31,6 | 30,5 | 32,7 | 32,3 | 32,2 | 33,8 | 31,2 | 30,6 | 36,0 |
| | 20 | 26,8 | 29,4 | 28,7 | 29,0 | 34,4 | 29,1 | 25,7 | 28,1 | 28,0 |
| | 25 | 25,7 | 29,0 | 34,7 | 31,1 | 29,9 | 33,0 | 26,6 | 27,0 | 34,6 |
| | 31,5 | 25,6 | 26,9 | 33,6 | 34,8 | 26,0 | 35,3 | 27,2 | 29,1 | 32,9 |
| | 40 | 23,0 | 26,3 | 30,5 | 31,2 | 27,7 | 29,8 | 24,3 | 25,6 | 30,2 |
| 50 | 22,2 | 27,4 | 28,8 | 33,2 | 28,6 | 28,6 | 26,0 | 28,4 | 30,3 | |
| 63 | 20,8 | 26,8 | 27,3 | 35,3 | 26,9 | 32,4 | 22,3 | 23,1 | 27,0 | |
| 80 | 26,8 | 31,4 | 32,4 | 47,2 | 35,3 | 28,2 | 30,8 | 31,1 | 30,9 | |
| 100 | 20,9 | 25,4 | 25,3 | 36,4 | 31,3 | 23,1 | 23,1 | 25,0 | 23,0 | |
| 125 | 24,1 | 31,0 | 26,3 | 38,9 | 32,4 | 24,3 | 28,9 | 27,7 | 26,3 | |
| 160 | 16,3 | 19,0 | 20,6 | 33,4 | 22,7 | 16,9 | 18,9 | 22,6 | 16,4 | |
| 200 | 17,0 | 22,1 | 17,2 | 35,7 | 24,3 | 17,1 | 19,7 | 24,6 | 18,3 | |
| 250 | 19,3 | 24,5 | 19,9 | 29,3 | 25,1 | 0,0 | 20,9 | 20,5 | 22,3 | |
| Durée | 00:31 | 00:38 | 00:41 | 00:40 | 00:38 | 00:37 | 00:41 | 00:38 | 00:36 | |
| Code | [Barres colorées] | | | | | | | | | |

Référence : 5.10⁻⁸ m/s



240040-Cheminée Ozanam Métro de marseille

| | | | | | | |
|----------------|----------------|---|----|-------|---|-------|
| GENERAL | Date : | 8 février 2013 | de | 00h26 | à | 00h34 |
| | Référence : | Mesure passage de train travaux | | | | |
| | Localisation : | Logements rue Ozanam - Marseille | | | | |
| | Description : | Mesure du niveau vibratoire sur la dalle basse du logement au RdCH Mesure réalisée durant 4 allers/retour du train travaux | | | | |

| | | |
|---------------------|--|--|
| PHOTO / PLAN |  |  |
|---------------------|--|--|

| | | | | |
|---------------|--------------|--|----------|-------------------|
| SOURCE | Type : | Ferroviaire | Armement | Traverse bi-bloc |
| | | | Autre | Locomotive diesel |
| | Insertion : | Souterrain | | |
| | Précisions : | Passage de train travaux(roue métallique) en tunnel | | |

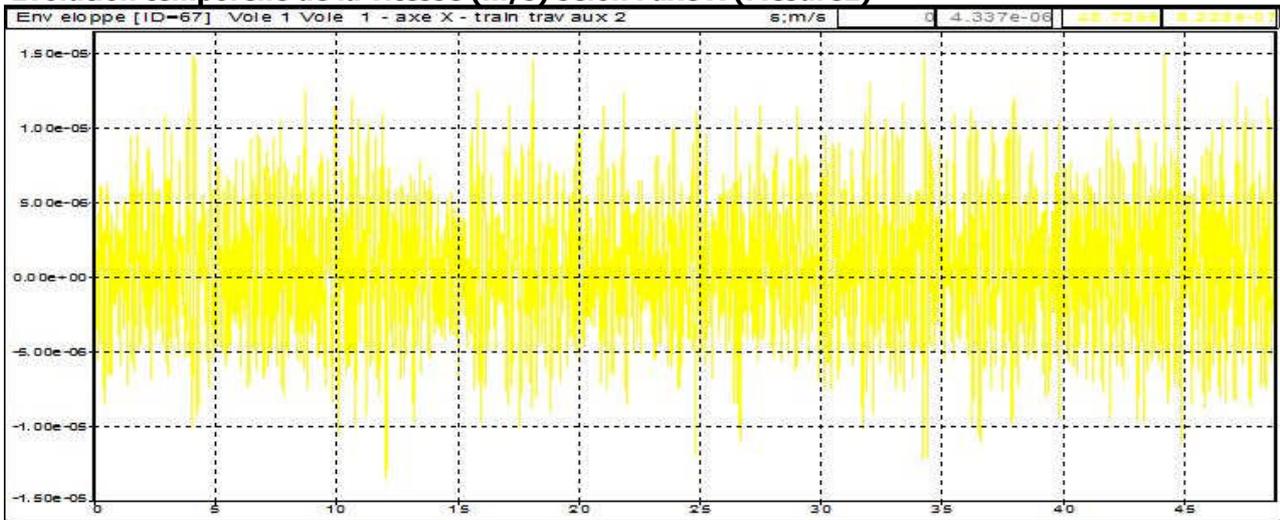
| | | | | |
|----------------|--------------|--|-----------------|----------|
| TERRAIN | Distance : | 25m | Nature du sol : | Inconnue |
| | Précisions : | Tunnel située à 25m de profondeur du sol | | |

| | | | | |
|----------------|--------------|--|-----------------|-------------------------------|
| RECEPT. | Type : | Bâtiment | Nombre d'étages | 2 étages |
| | Nature : | Logements | Fondations | Dallage 25cm |
| | | | Structure | Construction récente en béton |
| | Précisions : | Mesure réalisée au milieu de la dalle 25cm (6m*4m) | | |

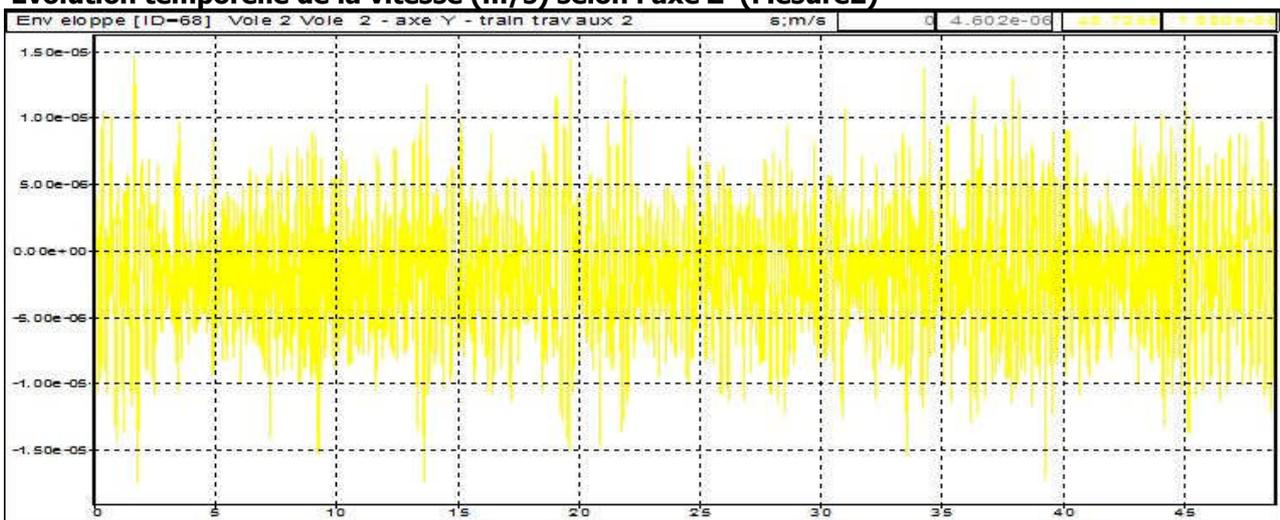
+ Axe X : Selon l'axe parallèle à la voie; Axe Y : selon l'axe perpendiculaire à la voie
 Axe Z : Selon l'axe Normal de la dalle

| | | | |
|-----------------|-------------------------|-------------------|--|
| MATERIEL | Fixation capteur : | Cire d'abeille |  |
| | Système d'acquisition : | dB 4 n°1 | |
| | Echantillonnage : | 25600 Hz | |
| | Durée d'intégration : | 100 ms | |
| | Calibrage : | 10 m/s² à 159 Hz | |
| | Accéléromètres | | |
| | PCB_Triaxial | 356B18 n°LW120365 | |
| | PCB_Triaxial | 356B18 n°LW120365 | |
| | PCB_Triaxial | 356B18 n°LW120365 | |

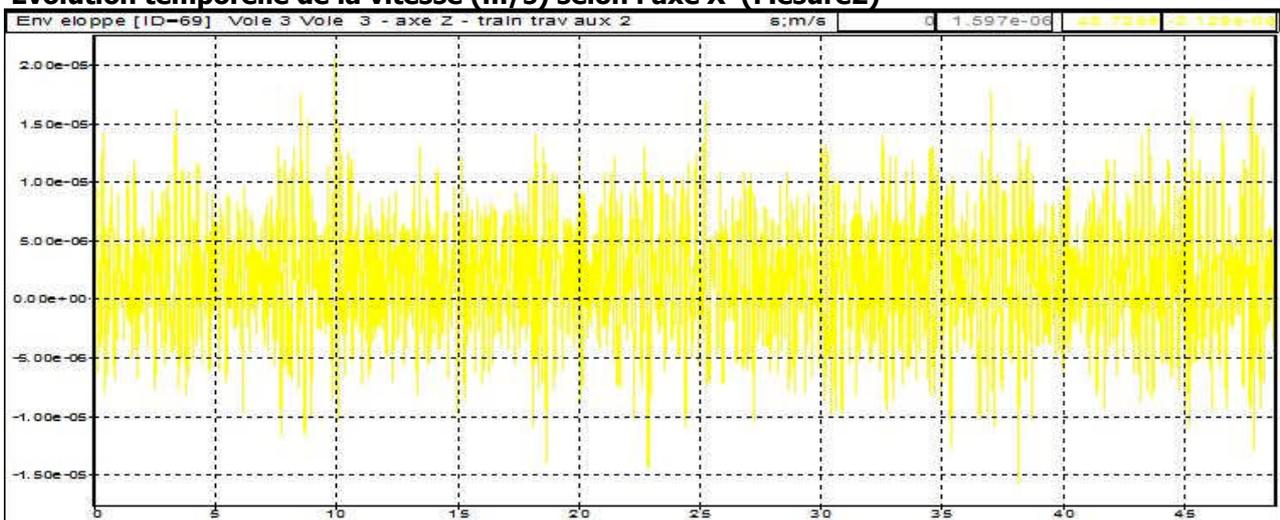
Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe X (Mesure2)



Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe Z (Mesure2)



Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe X (Mesure2)



FICHE DE MESURES
MESURES VIBRATOIRES
RESULTATS GLOBAUX

| DESCRIPTIF | Mesure | Type de train | Vitesse | Voiture | Durée (min:sec) | Remarques |
|-------------------|--------|---------------|---------|---------|-----------------|-----------|
| | 1 | Train travaux | 15 km/h | 1 | 00:22 | |
| | 2 | Train travaux | 15 km/h | 1 | 00:24 | |
| | 3 | Train travaux | 15 km/h | 1 | 00:40 | |
| | 4 | Train travaux | 15 km/h | 1 | 00:38 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Vitesses crêtes en mm/s représentant les valeurs maximales de la vitesse vibratoire obtenues sur chaque mesure dans la plage 4Hz-100Hz.

| VITESSE CRETE | Mesure | Axe X | Axe Y | Axe Z |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|
| | 1 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| | 2 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| | 3 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| | 4 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |

Paramètres d'étude définis selon la circulaire 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.

La valeur "RMS global" représente le niveau RMS de la vitesse vibratoire obtenu par mesure sur l'ensemble de l'intervalle fréquentiel [16Hz-250 Hz]

La valeur "RMS max" représente le niveau RMS de la vitesse vibratoire le plus élevé de la mesure, obtenu sur bande de 1/3 octave, dans l'intervalle fréquentiel [8Hz-250Hz]

| VITESSE RMS | Mesure | Axe X | | | Axe Y | | | Axe Z | | |
|--------------------|---------|------------|---------|---------|------------|---------|---------|------------|---------|---------|
| | | RMS global | RMS max | 1/3 oct | RMS global | RMS max | 1/3 oct | RMS global | RMS max | 1/3 oct |
| | 1 | 30,0 | 35,1 | 8,0 | 31,1 | 40,5 | 160,0 | 29,8 | 35,8 | 8,0 |
| | 2 | 29,7 | 36,4 | 8,0 | 30,6 | 36,3 | 160,0 | 29,8 | 35,7 | 8,0 |
| | 3 | 29,7 | 35,4 | 8,0 | 30,9 | 37,1 | 8,0 | 29,4 | 35,3 | 8,0 |
| | 4 | 30,1 | 35,0 | 8,0 | 30,9 | 38,2 | 160,0 | 30,6 | 35,4 | 8,0 |
| | Moyenne | 29,9 | | | 30,9 | | | 29,9 | | |

Référence : $5 \cdot 10^{-8}$ m/s

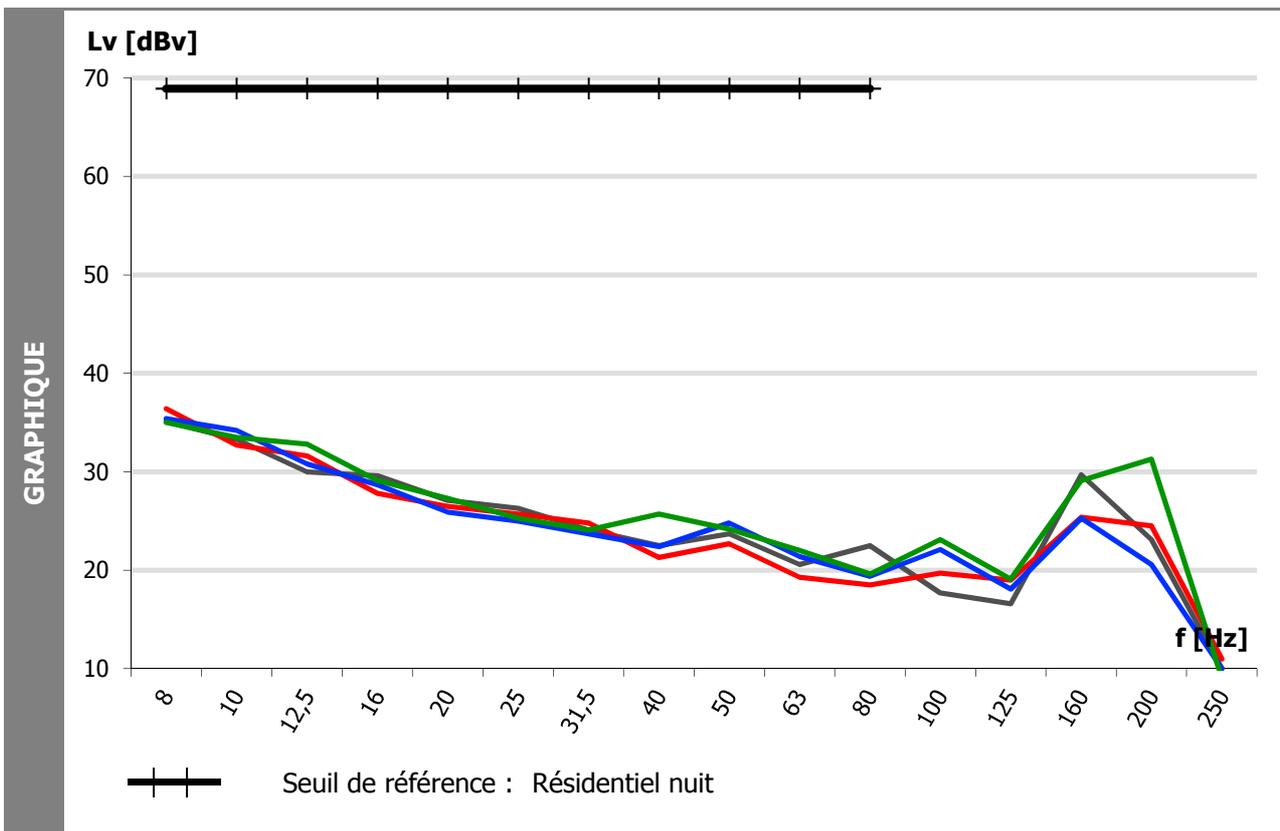
Paramètres d'étude définis selon les normes NF ISO 2631 et ISO 14837

FICHE DE MESURES
MESURES VIBRATOIRES
RESULTATS DETAILLES

Axe X

| Niveaux de vitesse vibratoire maximale par bande de tiers d'octave | Fréquence | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 |
|--|-----------|---------|-------|-------|-------|
| | Hz | dBv | dBv | dBv | dBv |
| | 8 | 35,1 | 36,4 | 35,4 | 35,0 |
| | 10 | 33,3 | 32,7 | 34,2 | 33,5 |
| | 12,5 | 30,0 | 31,6 | 30,8 | 32,8 |
| | 16 | 29,6 | 27,8 | 28,7 | 29,1 |
| | 20 | 27,1 | 26,5 | 25,9 | 27,3 |
| | 25 | 26,3 | 25,7 | 25,0 | 25,3 |
| | 31,5 | 24,1 | 24,8 | 23,7 | 24,1 |
| | 40 | 22,5 | 21,3 | 22,4 | 25,7 |
| | 50 | 23,7 | 22,7 | 24,8 | 24,2 |
| | 63 | 20,6 | 19,3 | 21,4 | 22,0 |
| | 80 | 22,5 | 18,5 | 19,4 | 19,6 |
| | 100 | 17,7 | 19,7 | 22,1 | 23,1 |
| | 125 | 16,6 | 19,0 | 18,1 | 19,1 |
| | 160 | 29,7 | 25,4 | 25,3 | 29,1 |
| | 200 | 23,1 | 24,5 | 20,6 | 31,3 |
| | 250 | 10,0 | 11,0 | 10,0 | 9,0 |
| | Durée | 00:22 | 00:24 | 00:40 | 00:38 |
| | Code | — — — — | | | |

Référence : $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



FICHE DE MESURES

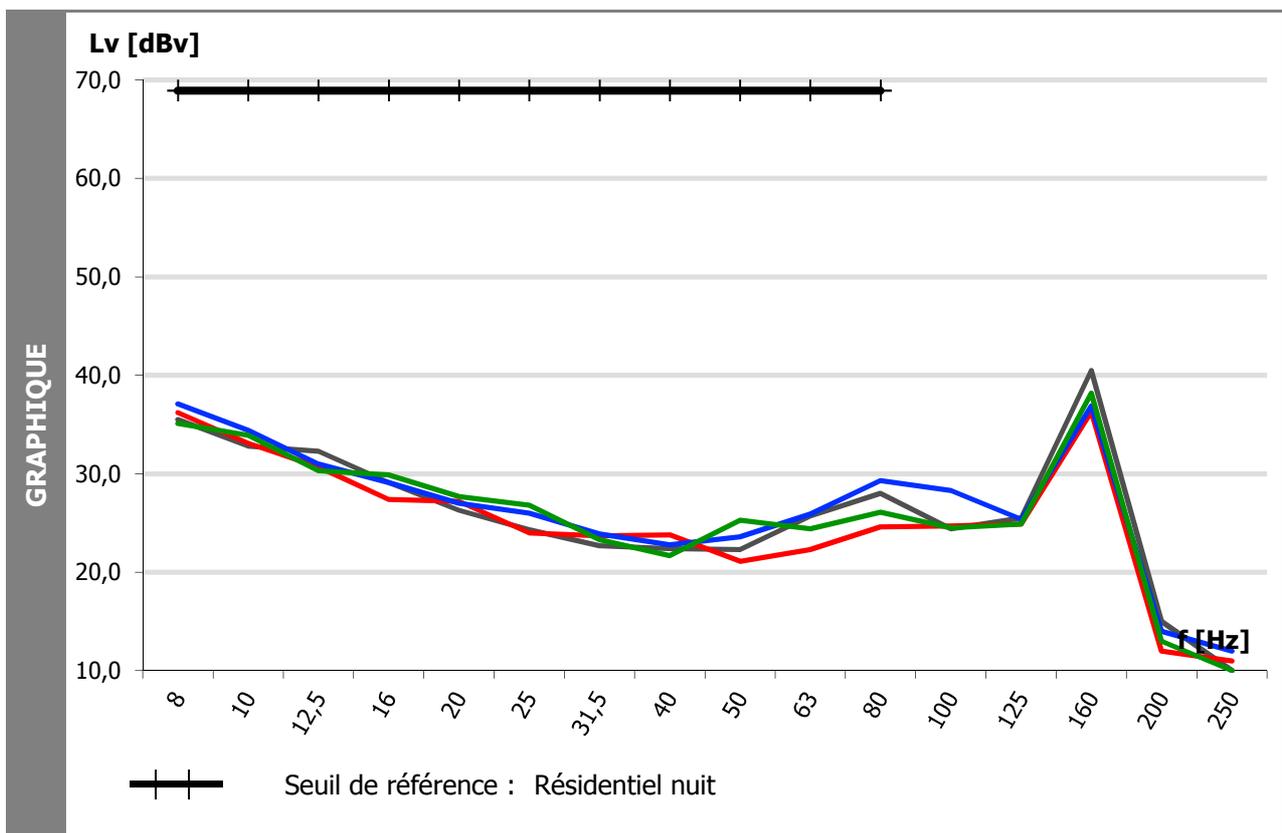
MESURES VIBRATOIRES

RESULTATS DETAILLES

Axe Y

| Niveaux de vitesse vibratoire maximale par bande de tiers d'octave | Fréquence | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 |
|--|-----------|---------|-------|-------|-------|
| | Hz | dBv | dBv | dBv | dBv |
| | 8 | 35,5 | 36,2 | 37,1 | 35,1 |
| | 10 | 32,8 | 33,1 | 34,4 | 33,9 |
| | 12,5 | 32,3 | 30,7 | 31,0 | 30,3 |
| | 16 | 29,1 | 27,4 | 29,1 | 29,9 |
| | 20 | 26,3 | 27,2 | 27,0 | 27,7 |
| | 25 | 24,3 | 24,0 | 26,0 | 26,8 |
| | 31,5 | 22,7 | 23,7 | 23,9 | 23,3 |
| | 40 | 22,4 | 23,8 | 22,8 | 21,7 |
| | 50 | 22,3 | 21,1 | 23,6 | 25,3 |
| | 63 | 25,7 | 22,3 | 25,9 | 24,4 |
| | 80 | 28,0 | 24,6 | 29,3 | 26,1 |
| | 100 | 24,4 | 24,7 | 28,3 | 24,5 |
| | 125 | 25,5 | 24,9 | 25,4 | 24,9 |
| | 160 | 40,5 | 36,3 | 36,9 | 38,2 |
| | 200 | 15,0 | 12,0 | 14,0 | 13,0 |
| | 250 | 10,0 | 11,0 | 12,0 | 10,0 |
| | Durée | 00:22 | 00:24 | 00:40 | 00:38 |
| | Code | — — — — | | | |

Référence : $5 \cdot 10^{-8}$ m/s

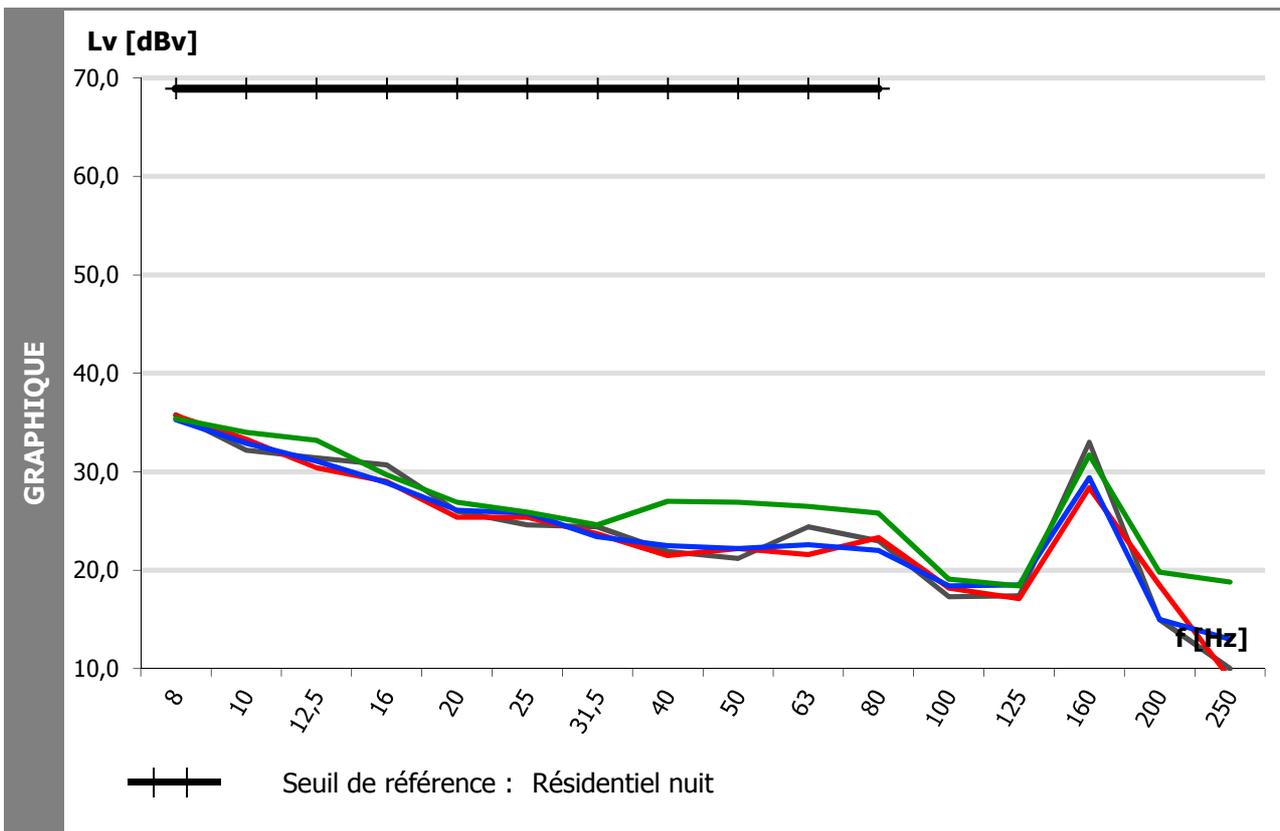


FICHE DE MESURES
MESURES VIBRATOIRES
RESULTATS DETAILLES

Axe Z

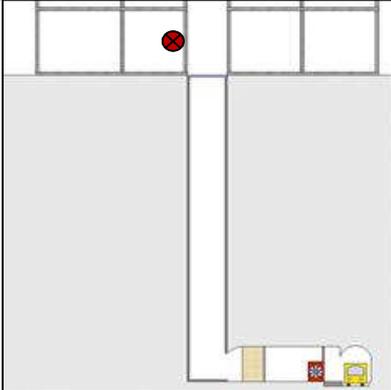
| Niveaux de vitesse vibratoire maximale par bande de tiers d'octave | Fréquence | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 |
|--|-----------|---------|-------|-------|-------|
| | Hz | dBv | dBv | dBv | dBv |
| | 8 | 35,8 | 35,7 | 35,3 | 35,4 |
| | 10 | 32,2 | 33,3 | 32,9 | 34,0 |
| | 12,5 | 31,4 | 30,4 | 31,1 | 33,2 |
| | 16 | 30,7 | 29,0 | 28,9 | 29,7 |
| | 20 | 26,0 | 25,4 | 26,1 | 26,9 |
| | 25 | 24,6 | 25,4 | 25,8 | 25,9 |
| | 31,5 | 24,4 | 23,7 | 23,4 | 24,6 |
| | 40 | 21,9 | 21,5 | 22,5 | 27,0 |
| | 50 | 21,2 | 22,2 | 22,2 | 26,9 |
| | 63 | 24,4 | 21,6 | 22,6 | 26,5 |
| | 80 | 23,0 | 23,3 | 22,0 | 25,8 |
| | 100 | 17,3 | 18,2 | 18,4 | 19,1 |
| | 125 | 17,4 | 17,1 | 18,5 | 18,4 |
| | 160 | 33,0 | 28,4 | 29,4 | 31,7 |
| | 200 | 15,0 | 18,5 | 15,0 | 19,8 |
| | 250 | 10,0 | 9,0 | 13,0 | 18,8 |
| | Durée | 00:22 | 00:24 | 00:40 | 00:38 |
| | Code | — — — — | | | |

Référence : $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



240040-Cheminée Ozanam Métro de marseille

| | | | | | | |
|----------------|----------------|---|----|-------|---|-------|
| GENERAL | Date : | 8 février 2013 | de | 00h26 | à | 00h34 |
| | Référence : | Mesure passage de train travaux | | | | |
| | Localisation : | Logements rue Ozanam - Marseille | | | | |
| | Description : | Mesure du niveau vibratoire sur le mur séparant le logement du RdCH de la gaine d'extraction Mesure réalisée durant 4 allers/retour du train travaux | | | | |

| | | |
|---------------------|--|--|
| PHOTO / PLAN |  |  |
|---------------------|--|--|

| | | | | |
|---------------|--------------|--|----------|------------------|
| SOURCE | Type : | Ferroviaire | Armement | Traverse bi-bloc |
| | | | Autre | Metro sur pneu |
| | Insertion : | Souterrain | | |
| | Précisions : | Passage de train travaux(roue métallique) en tunnel | | |

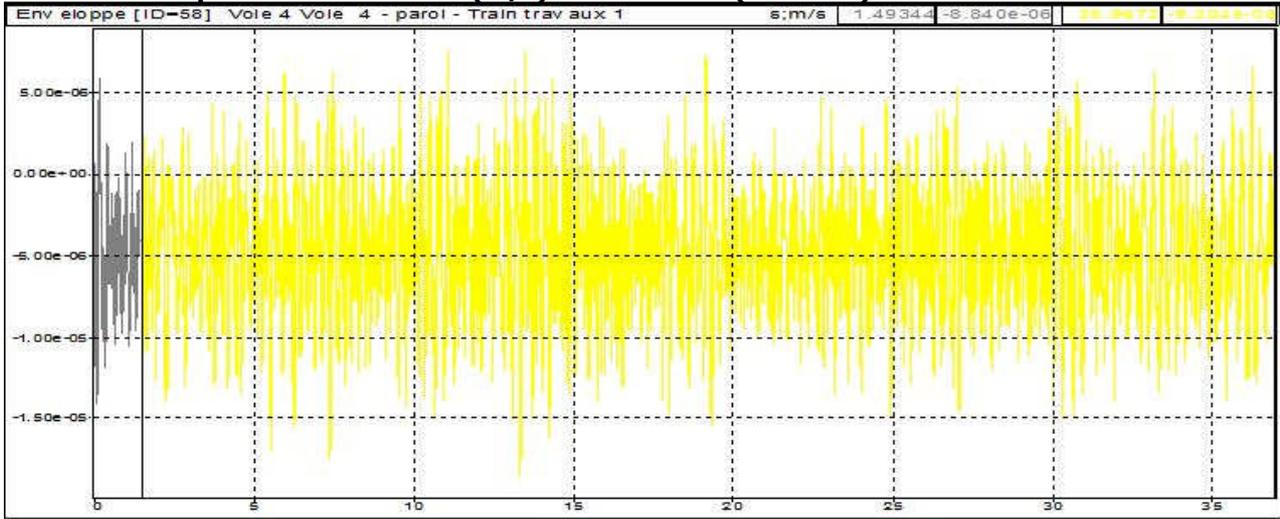
| | | | | |
|----------------|--------------|--|-----------------|----------|
| TERRAIN | Distance : | 25m | Nature du sol : | Inconnue |
| | Précisions : | Tunnel située à 25m de profondeur du sol | | |

| | | | | |
|----------------|--------------|---|-----------------|-------------------------------|
| RECEPT. | Type : | Bâtiment | Nombre d'étages | 2 étages |
| | Nature : | Logements | Fondations | Dallage 25cm |
| | | | Structure | Construction récente en béton |
| | Précisions : | Mesure réalisée au milieu du voile béton 25cm séparant le logement de la gaine d'extraction | | |

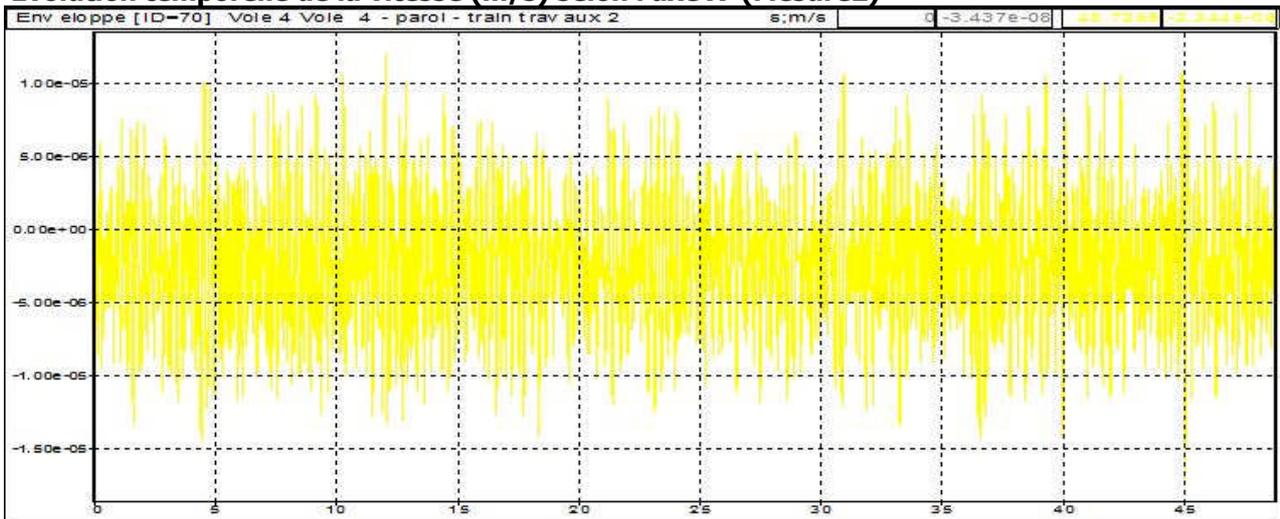
| | |
|----------|--|
| + | Axe Z : Selon l'axe Normal du voile béton (selon l'axe parallèle à la voie) |
|----------|--|

| | | | |
|-----------------|-------------------------|------------------|--|
| MATERIEL | Fixation capteur : | Cire d'abeille | Photo du capteur  |
| | Système d'acquisition : | dB 4 n°1 | |
| | Echantillonnage : | 25600 Hz | |
| | Durée d'intégration : | 100 ms | |
| | Calibrage : | 10 m/s² à 159 Hz | |
| | Accéléromètres | | |
| | Kist_1 | 8784A5 n°2090775 | |

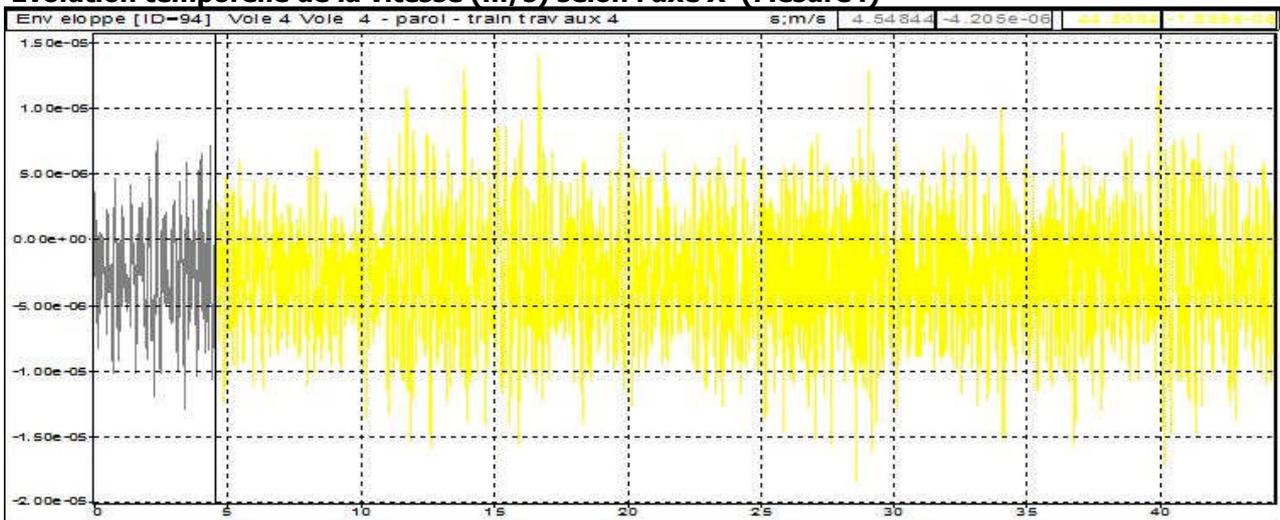
Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe X (Mesure1)



Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe X (Mesure2)



Evolution temporelle de la vitesse (m/s) selon l'axe X (Mesure4)



FICHE DE MESURES
MESURES VIBRATOIRES
RESULTATS GLOBAUX

| DESCRIPTIF | Mesure | Type de train | Vitesse | Voiture | Durée (min:sec) | Remarques |
|-------------------|--------|---------------|---------|---------|-----------------|-----------|
| | 1 | Train travaux | 15 km/h | 1 | 00:22 | |
| | 2 | Train travaux | 15 km/h | 1 | 00:24 | |
| | 3 | Train travaux | 15 km/h | 1 | 00:40 | |
| | 4 | Train travaux | 15 km/h | 1 | 00:38 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Vitesses crêtes en mm/s représentant les valeurs maximales de la vitesse vibratoire obtenues sur chaque mesure dans la plage 4Hz-100Hz.

| VITESSE CRETE | Mesure | Axe X |
|----------------------|--------|-------|
| | 1 | 0,01 |
| | 2 | 0,01 |
| | 3 | 0,02 |
| | 4 | 0,02 |

Paramètres d'étude définis selon la circulaire 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.

La valeur "RMS global" représente le niveau RMS de la vitesse vibratoire obtenu par mesure sur l'ensemble de l'intervalle fréquentiel [16Hz-250 Hz]
 La valeur "RMS max" représente le niveau RMS de la vitesse vibratoire le plus élevé de la mesure, obtenu sur bande de 1/3 octave, dans l'intervalle fréquentiel [8Hz-250Hz]

| VITESSE RMS | Mesure | Axe X | | |
|--------------------|---------|------------|---------|---------|
| | | RMS global | RMS max | 1/3 oct |
| | 1 | 31,3 | 36,3 | 80,0 |
| | 2 | 31,0 | 33,9 | 80,0 |
| | 3 | 31,0 | 33,8 | 80,0 |
| | 4 | 32,0 | 34,9 | 8,0 |
| | Moyenne | 31,3 | | |

Référence : $5 \cdot 10^{-8}$ m/s

Paramètres d'étude définis selon les normes NF ISO 2631 et ISO 14837

FICHE DE MESURES

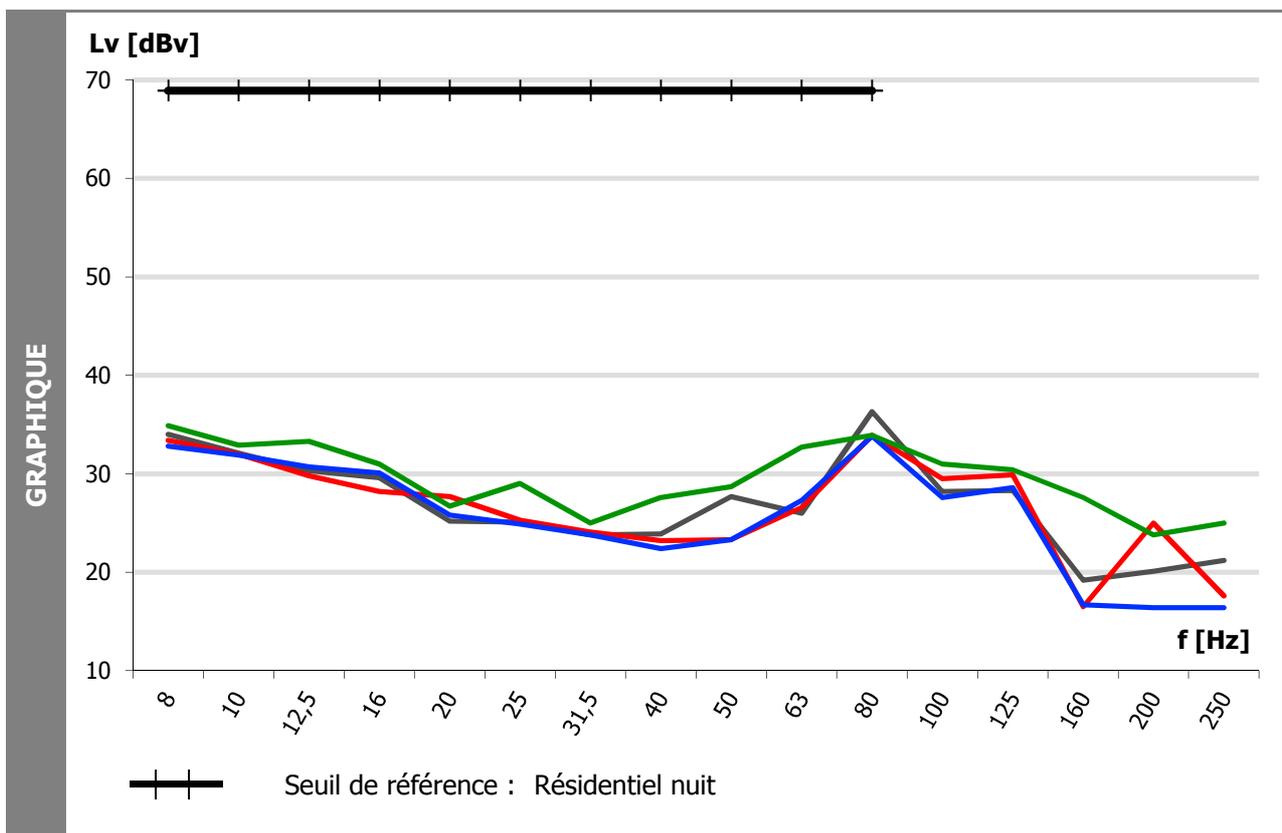
MESURES VIBRATOIRES

RESULTATS DETAILLES

Axe X

| Fréquence | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 |
|-----------|---|-------|-------|-------|
| | Hz dBv | dBv | dBv | dBv |
| 8 | 34,0 | 33,4 | 32,8 | 34,9 |
| 10 | 32,1 | 32,0 | 31,9 | 32,9 |
| 12,5 | 30,3 | 29,8 | 30,7 | 33,3 |
| 16 | 29,6 | 28,2 | 30,1 | 31,0 |
| 20 | 25,2 | 27,7 | 25,8 | 26,7 |
| 25 | 25,1 | 25,3 | 24,9 | 29,0 |
| 31,5 | 23,8 | 24,1 | 23,8 | 25,0 |
| 40 | 23,9 | 23,2 | 22,4 | 27,6 |
| 50 | 27,7 | 23,3 | 23,3 | 28,7 |
| 63 | 26,0 | 26,6 | 27,3 | 32,7 |
| 80 | 36,3 | 33,9 | 33,8 | 33,9 |
| 100 | 28,2 | 29,5 | 27,6 | 31,0 |
| 125 | 28,3 | 29,9 | 28,6 | 30,4 |
| 160 | 19,2 | 16,5 | 16,7 | 27,6 |
| 200 | 20,1 | 25,0 | 16,4 | 23,8 |
| 250 | 21,2 | 17,6 | 16,4 | 25,0 |
| Durée | 00:22 | 00:24 | 00:40 | 00:38 |
| Code |  | | | |

Référence : $5 \cdot 10^{-8}$ m/s





FluidAlp



Euroméditerranée
Puits de ventilation Ozanam et Nédélec
Etude du prolongement des puits de ventilation
Rapport final



Ref. 2008-11-T
3 octobre 2008

Sommaire

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Introduction | 3 |
| 2 | La problématique de la ventilation du métro..... | 3 |
| 3 | Présentation des puits de ventilation | 5 |
| 4 | Le fonctionnement des puits de ventilation..... | 7 |
| 4.1 | Les principes | 7 |
| 4.2 | Les enjeux du prolongement des puits..... | 8 |
| 5 | Etude du prolongement des puits | 8 |
| 5.1 | La méthodologie | 8 |
| 5.2 | Le calcul des pertes de charges | 9 |
| 5.2.1 | Puits Ozanam..... | 9 |
| 5.2.2 | Puits Nédélec | 11 |
| 6 | Analyse des solutions étudiées | 12 |
| 6.1 | Analyse des résultats obtenus | 12 |
| 6.2 | Analyse des solutions..... | 12 |
| 6.2.1 | Rejet au niveau de la rue..... | 12 |
| 6.2.2 | Rejet au niveau des toits | 13 |
| 6.3 | Les optimisations | 13 |
| 6.3.1 | La section du conduit..... | 13 |
| 6.3.2 | La mutualisation des rejets de fumées | 14 |
| 7 | Les contraintes imposées à la construction..... | 15 |
| 8 | Cahier des charges pour le programme Ozanam | 16 |
| 8.1 | Principe aéraulique..... | 16 |
| 8.2 | Demandes RTM | 17 |
| 8.3 | Autres contraintes | 17 |
| 8.4 | Principe constructif | 17 |
| 9 | Conclusions | 21 |



1 Introduction

Euroméditerranée a confié à FluidAlp la réalisation d'une étude relative au prolongement des puits Ozanam et Nédélec, en vue de leur intégration dans des projets immobiliers devant être réalisés à l'aplomb de ces ouvrages.

L'enjeu de ces aménagements est l'intégration des conduits prolongés dans les bâtiments, avec un impact limité sur les équipements de ventilation du métro.

L'étude doit également définir les contraintes nouvelles imposées aux conduits intégrés dans les bâtiments.

Enfin, le contexte administratif du projet doit être pris en compte. Le réseau du métro et les bâtiments à construire appartiennent à deux domaines différents. Il s'agit d'une contrainte assez forte qui conduit à limiter l'impact des nouvelles constructions sur le réseau aéraulique existant. Néanmoins des solutions permettant l'optimisation globale du projet sont proposées, mêmes si elles interagissent sur les deux domaines.

Le présent rapport intègre l'étude aéraulique réalisée par FluidAlp, ainsi que le cahier des charges de la réalisation, réalisé par le bureau d'étude Janny, à Marseille.

2 La problématique de la ventilation du métro

Le contexte réglementaire de la ventilation des tunnels du métro est l'Arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes. Il précise que le désenfumage mécanique est obligatoire dans les tunnels de plus de 300 m et les tunnels communiquant avec une station.

Les fonctions du désenfumage sont :

- La maîtrise de la propagation des fumées dans une zone définie (protection des personnes) ;
- L'intervention des services de secours ;
- La protection des stations.

Les objectifs quantitatifs indiqués dans le texte de référence sont :

- Le contrôle de la vitesse critique (vitesse longitudinale de l'air s'opposant au développement du mouvement des fumées stratifiées à contre-flux) ;
- Le contrôle d'un minimum de 1,5 m/s

Le texte de référence pour la sécurité dans les gares du métro est le règlement de sécurité des établissements recevant du public (établissements particuliers de type gare).

Comme les règlements sont différents, les systèmes de ventilation des deux types d'ouvrages sont distincts. En particulier, les tunnels disposent d'un puits de désenfumage (Figure 1).

L'évolution technique conduit à utiliser les puits des tunnels pour accroître l'efficacité du désenfumage des stations, et réciproquement. La mise en cohérence des dispositions matérielles avec ces objectifs conduit à une évolution des systèmes de ventilation (Figure 2). Elle est mise en œuvre dans le prolongement de la ligne 1 du métro à Marseille.



La RTM a lancé un programme d'amélioration du désenfumage des lignes 1 et 2 du métro, dans lequel le rôle des puits de ventilation est essentiel. Il est donc nécessaire de maintenir leurs capacités dans les modifications qui seront apportées dans le cadre des programmes Ozanam et Nédélec.

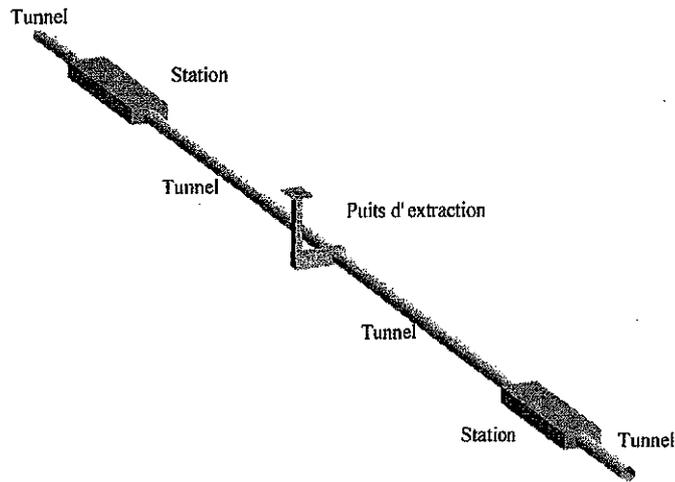


Figure 1 : Schéma de ventilation des lignes anciennes du métro de Marseille

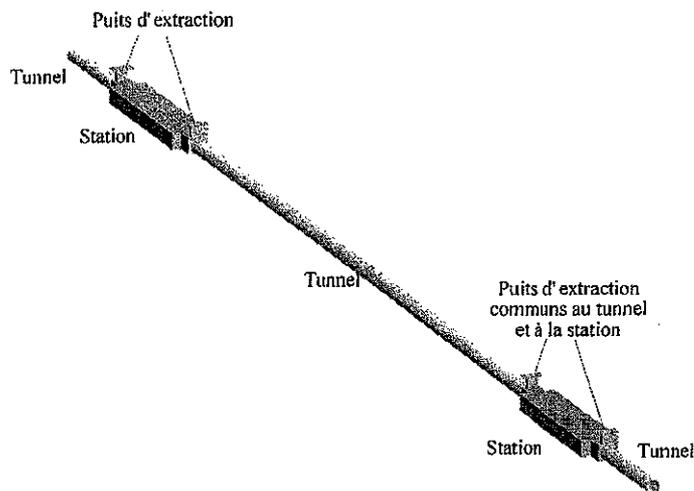


Figure 2 : Schéma de ventilation du prolongement de la ligne 1 du métro de Marseille

3 Présentation des puits de ventilation

Les puits de ventilation Ozanam et Nédélec sont très semblables. Ces ouvrages comportent les éléments caractéristiques suivants, décrits depuis le tunnel vers l'atmosphère extérieure :

- Le ventilateur (Figure 3 et Figure 4) ;
- Les baffles acoustiques (Figure 5) ;
- Le puits (Figure 6) et sa grille en surface (Figure 7).

Le puits Nédélec se présente sous la même forme.

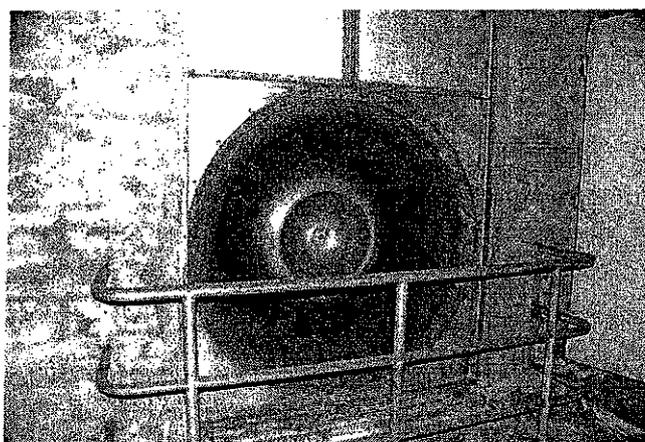


Figure 3 : Vue du ventilateur Ozanam du côté tunnel

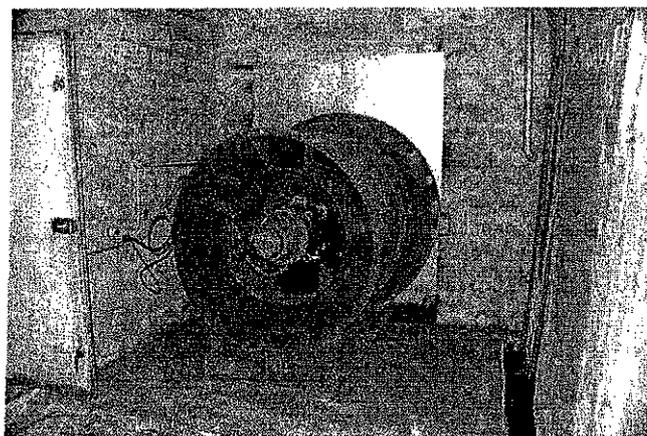


Figure 4 : Vue du ventilateur Ozanam du côté puits

FluidAlp

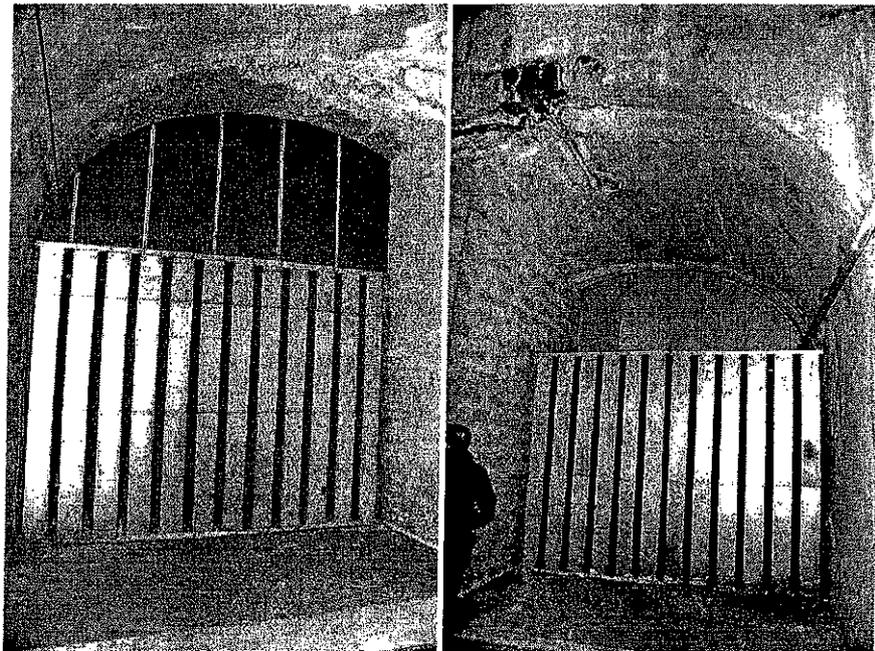


Figure 5 : Vue des baffles acoustiques du côté ventilateur et du côté puits

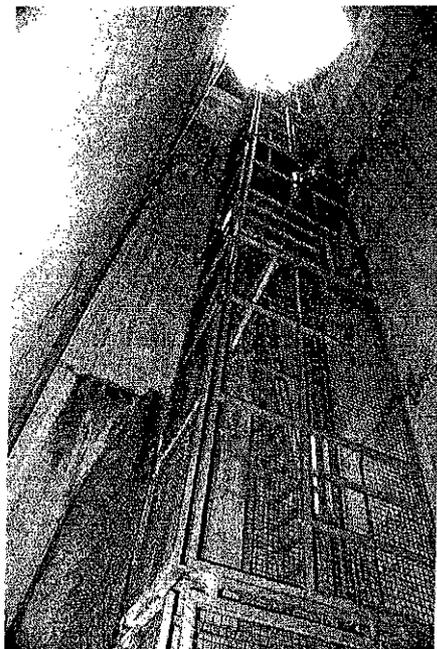


Figure 6 : Vue du puits

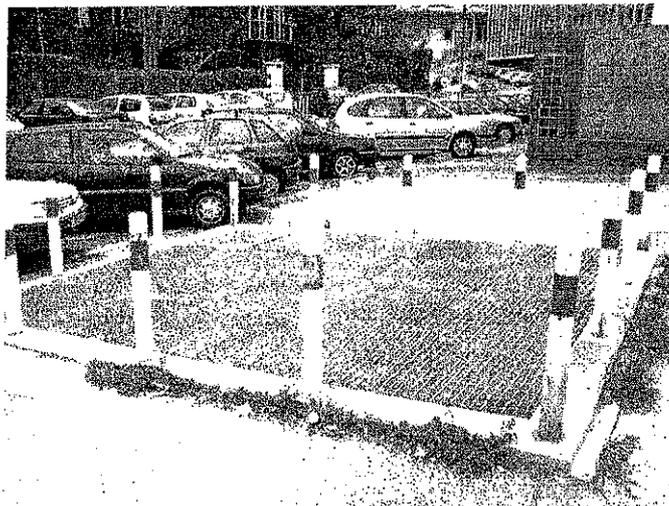


Figure 7 : Vue extérieure de la grille en surface

4 Le fonctionnement des puits de ventilation

4.1 Les principes

Le ventilateur de chaque puits doit permettre de contrôler un débit déterminé, le long d'un conduit comprenant un certain nombre d'accidents aérauliques susceptibles de générer des pertes d'énergie qu'il convient de quantifier. Ces dernières se traduisent par une différence de pression que le ventilateur doit vaincre, afin d'assurer le débit souhaité.

Si on reporte ces conditions de fonctionnement dans un diagramme représentant la pression en fonction du débit de ventilation, le comportement du ventilateur est caractérisé par une courbe décroissante et celui du conduit aéraulique par une variation du type $\Delta p = k \cdot Q^2$. Le point d'intersection des deux courbes correspond au point de fonctionnement. Il détermine un débit et une pression.

L'analyse de la courbe de fonctionnement du ventilateur fait apparaître une zone d'instabilité de fonctionnement (zone de pompage) qu'il convient d'éviter. Le risque pour le ventilateur peut être la destruction des pales.

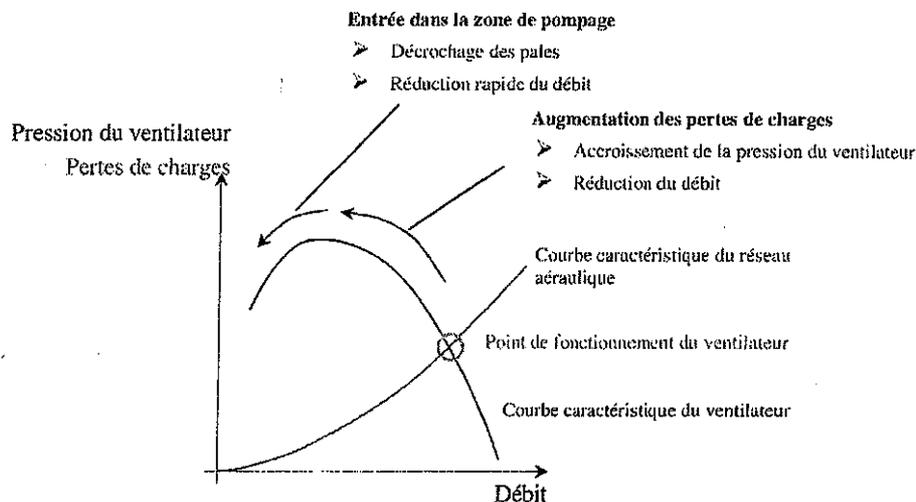


Figure 8 : Schématisation du fonctionnement d'un ventilateur

4.2 Les enjeux du prolongement des puits

Lorsque la résistance aérotechnique des puits augmente, le coefficient k est accru, le débit de ventilation diminue, la pression augmente et le point de fonctionnement se rapproche de la zone de pompage.

La question posée dans le cadre de l'étude des puits Ozanam et Nédélec est celle de la réduction du débit, puis celle du risque d'atteindre la zone de pompage.

Il est donc nécessaire de réaliser un calcul de pertes de charges de la situation existante et de la situation à venir pour évaluer chacun de ces deux risques.

5 Etude du prolongement des puits

5.1 La méthodologie

Compte tenu de l'âge des ventilateurs, il est difficile de connaître avec précision la courbe caractéristique des machines.

En revanche, il est possible de calculer les pertes de charges du circuit de ventilation existant et d'évaluer les écarts qui sont imposés par une configuration donnée du prolongement des puits. La référence est la situation actuelle.

Les calculs de perte de charge sont donc réalisés à l'aide d'un logiciel développé par FluidAlp depuis 2006. Cet outil utilise plusieurs bases de données :

- Le mémento des pertes de charge de Idel'CiK ;
- Des données spécifiques, fournies par les fabricants de matériels ;
- Des simulations numériques tridimensionnelles réalisées sur codes (CFD 2000) et validées partiellement à l'aide de données expérimentales.



Il est important de préciser que le calcul des pertes de charges possède un caractère subjectif lié à la nature empirique de certains coefficients. Le calcul de pression doit donc être considéré comme un ordre de grandeur. Dans certains cas, la vérification se fait par la mesure du débit.

5.2 Le calcul des pertes de charges

5.2.1 Puits Ozanam

5.2.1.1 La situation actuelle

La référence du calcul de perte de charge est la disposition actuelle du puits de ventilation. Le débit pris en compte est de 40 m³/s.

Le calcul de perte de charge donne un résultat de 645Pa. La décomposition le long du conduit donne les résultats suivants :

- Entrée du ventilateur : 210 Pa ;
- Sortie du ventilateur : 300 Pa ;
- Baffles acoustiques : 135 Pa ;
- Coude : 7 Pa ;
- Puits vertical : 5 Pa .

La perte de charge du puits intègre la variation de section que l'on observe dans la partie supérieure.

L'essentiel de la perte de charge est donc réparti entre les sections de raccordement au ventilateur et les baffles acoustiques. Le reste des conduits correspond à des pertes de charges réduites, étant donnée la section importante qui limite la vitesse de l'air dans les conduits.

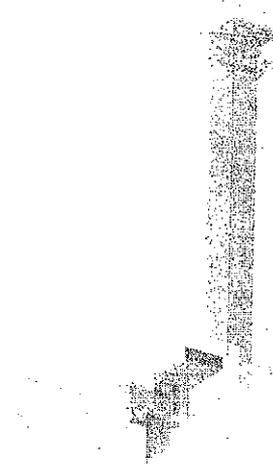


Figure 9 : Disposition du système de ventilation actuel dans le puits Ozanam



5.2.1.2 Le rejet au niveau de la rue

L'hypothèse d'un rejet au niveau de la rue se traduit par un coude à 90° localisé dans la partie supérieure du puits, de sorte que le refoulement est réalisé horizontalement.

Le calcul de perte de charge total donne une valeur de 660 Pa, ce qui demeure compatible avec les performances de débit actuel du ventilateur.

Néanmoins, il est nécessaire de retenir des dimensions assez importantes pour cette partie supplémentaire du conduit :

- Hauteur de la grille : 3,5 m ;
- Largeur de la grille : 3,0 m.

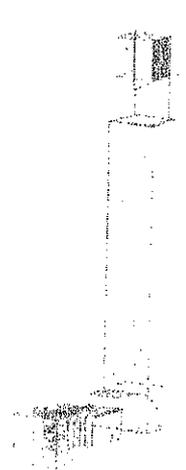


Figure 10 : Disposition du puits Ozanam dans l'hypothèse d'un rejet au niveau de la rue

5.2.1.3 Le rejet au niveau des toits

Si le rejet est effectué au niveau des toits du bâtiment, il est nécessaire de prolonger le puits en modifiant ou non la section du conduit. Les calculs de perte de charge montrent que la pression est de l'ordre de 650 Pa si la section du conduit est de 3 m x 3 m.

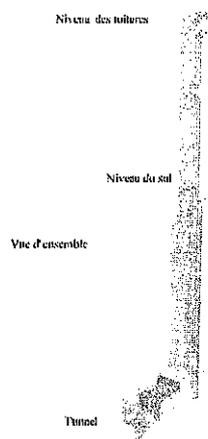


Figure 11 : Disposition du puits Ozanam dans l'hypothèse d'un rejet au niveau des toits

5.2.2 Puits Nédélec

5.2.2.1 La situation actuelle

Le puits Nédélec se présente sous une forme identique à celle du puits Ozanam. Les dimensions diffèrent sensiblement et le puits n'est pas dans l'axe du ventilateur.

La perte de charge totale pour un débit de $40 \text{ m}^3/\text{s}$ est de 650 Pa. Sa décomposition est sensiblement la même que celle du puits Ozanam :

- Entrée du ventilateur : 210 Pa ;
- Sortie du ventilateur : 260 Pa ;
- Baffles acoustiques : 170 Pa ;
- Coude : 6 Pa ;
- Puits vertical : 4 Pa .

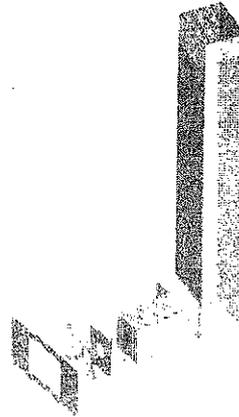


Figure 12 : Disposition de base du puits Nédélec

5.2.2.2 Le rejet au niveau de la rue

Dans le cas où le rejet est effectué au niveau de la rue, il est nécessaire ici aussi de prolonger le puits par un coude à 90° , après une éventuelle réduction de section du conduit.

La perte de charge calculée est de 670 Pa.

La section de rejet est également de $3,0 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$.



Figure 13 : Disposition du puits Nédélec avec rejet au niveau de la rue



5.2.2.3 Le rejet au niveau des toits

Dans ce cas, la disposition retenue est identique à celle du puits Ozanam.

La perte de charge totale est de 660 Pa.

La section du conduit complémentaire est de 3 m x 3 m.

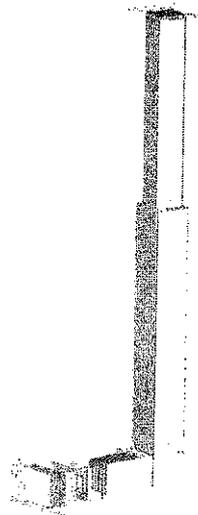


Figure 14 : Disposition du puits Nédélec avec un rejet au niveau des toits de l'immeuble

6 Analyse des solutions étudiées

6.1 Analyse des résultats obtenus

Les résultats précédents montrent une similitude très forte des pertes de charges des puits Ozanam et Nédélec.

Compte tenu des sections des conduits complémentaires qui ont été pris en compte dans le prolongement des puits, les effets sur les pertes de charges sont mineurs et le fonctionnement des ventilateurs ne devrait pas être remis en cause.

Le risque de pompage du ventilateur ne doit pas être pris en compte.

6.2 Analyse des solutions

6.2.1 Rejet au niveau de la rue

La solution intégrant un coude est la plus pénalisante du point de vue des pertes de charges. Il est nécessaire de maintenir une section relativement importante dans le conduit complémentaire pour limiter l'accroissement de pression. Il s'agit d'une conséquence directe de la présence d'un coude dans le conduit.



En cas d'incendie dans le tunnel du métro, les fumées seront rejetées dans la rue, avec des effets induits liés à l'opacité, la toxicité et la température. Les personnes se trouvant dans la zone de la bouche de rejet peuvent être directement exposées. Cette solution est généralement peu acceptée par les services de sécurité car elle peut conduire à des risques secondaires dans des secteurs qui ne sont pas concernés par l'incendie initial.

Enfin, d'un point de vue acoustique, cette solution impose une contrainte complémentaire puisque les bâtiments existants, situés en face de la grille de rejet se trouvent affectées par un niveau sonore provenant du niveau métro, auquel ils n'étaient pas initialement soumis, étant donnée la directivité du son.

6.2.2 Rejet au niveau des toits

En revanche, dans le cas du prolongement simple du puits, la réduction de section admissible est sensiblement plus importante. Dans les deux cas, une section de passage de 9 m^2 peut être retenue. Les calculs montrent que la perte de charge par frottement demeure limitée, même si la longueur du conduit est importante.

Le rejet au niveau des toits des bâtiments est préférable dans la mesure où il utilise l'effet d'Archimède pour faciliter la dispersion du panache de fumées.

Cette solution doit être privilégiée, mais elle reste soumise à la règle des 8 m séparant le rejet des ouvrants les plus proches (Réunion du 16 juin 2008 avec le Bataillon des Marins Pompiers).

6.3 Les optimisations

6.3.1 La section du conduit

Les optimisations intéressent les deux sites de façon identique. La réduction des pertes de charges au niveau du ventilateur et des baffles acoustiques permet de réduire encore la section libre dans le conduit. Les moyens passifs qu'il est possible de mettre en œuvre sont :

- Pour le ventilateur :
 - L'amélioration de l'aérodynamique d'entrée ;
 - L'amélioration du refoulement ;
- Pour les baffles :
 - L'implantation de carénages permettant de réduire la traînée des éléments (les formes actuelles sont les plus pénalisantes, Figure 5) ;
 - L'accroissement de l'espace entre les blocs (il est actuellement de 10 cm, il peut être accru en fonction des besoins d'atténuation. Une valeur de l'ordre de 20 cm est généralement retenue). Cette disposition doit faire l'objet d'études préalables pour être validée ;
 - La réduction de la longueur des baffles en fonction des besoins de réduction du bruit. Là aussi, des études sont nécessaires.

Une piste d'optimisation semble appropriée à la recherche d'une réduction du conduit de ventilation. Il s'agit donc de l'amélioration de l'aérodynamique des baffles. Cette solution consiste à fixer des tôles sur les bords d'attaque et de fuite des baffles, de façon à réduire les effets de traînée. Cette solution offre une réserve de pression de l'ordre de 35 Pa.

La mise en œuvre de cette disposition se traduit par une possibilité de réduire la section du conduit supérieur à $2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$. La pression calculée est alors de 630 Pa, ce qui est compatible avec le mode de fonctionnement actuel.



Il n'est pas recommandé de réduire encore cette section car la vitesse dans le conduit peut devenir relativement importante et s'accompagner de la génération d'un niveau de bruit qui ne peut être traité par les équipements en place.

6.3.2 La mutualisation des rejets de fumées

Lors de la réunion du 16 juin 2008, le projet a été présenté au BMP. La question de la mutualisation des conduits de rejet de désenfumage du métro et du parking a été abordée. Dans cette solution, le ventilateur de désenfumage du parking est connecté à la cheminée (Figure 15).

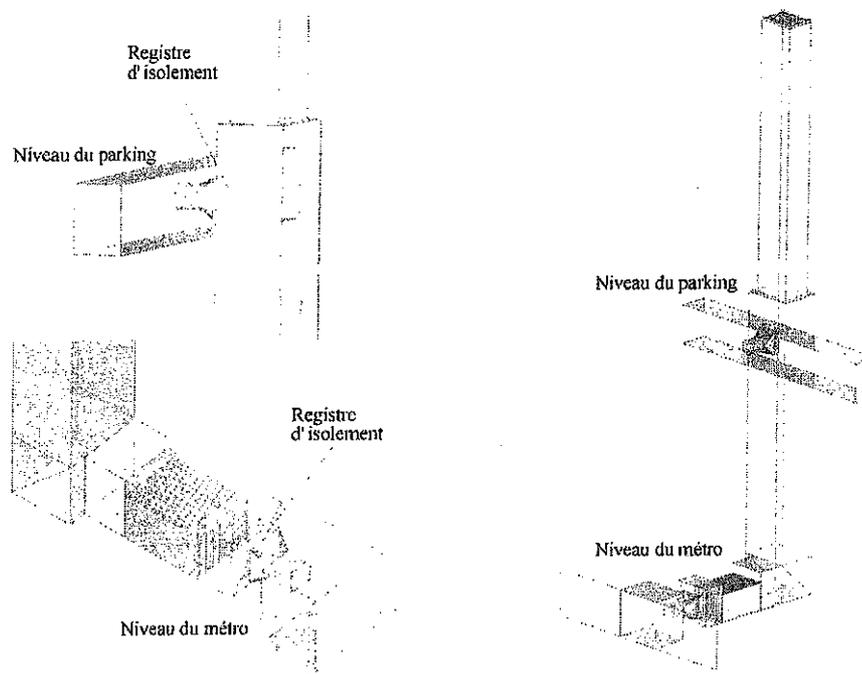


Figure 15 : Schéma de principe de la mutualisation des rejets de fumées

Cette solution nécessite la mise en place de registres d'isolement pour qu'en cas d'incendie, le volume non concerné ne soit pas affecté par les fumées. L'ouverture de ces deux registres serait alors directement conditionnée par le démarrage des ventilateurs associés. Il s'agit donc d'une commande locale.

Il est nécessaire de préciser que dans le cas particulier d'un incendie dans le parking, les fumées seraient rejetées dans le puits où elles subissent un mouvement vers le haut à cause de leur température (effet d'Archimède). Le risque de propagation vers le bas devrait être pris en compte si aucun registre n'est installé dans le cas du passage des trains qui se traduit par des effets de pression puis de dépression qui imposent un mouvement d'air montant puis descendant à l'intérieur du puits.

La solution de mutualisation des puits de désenfumage avait été a priori rejetée lors de la réunion du 5 mai 2008, en présence de l'architecte et du promoteur du projet Ozanam. La solution retenue avait été une séparation du conduit jusqu'au débouché au niveau des toits du bâtiment. Cette séparation interviendrait dans un conduit vertical commun. Lors de la réunion du 16 juin 2008, les représentants du BMP ont fait remarquer que cette disposition pourrait être soumise à la même contrainte que celle

du rejet au niveau d'une paroi. Une distance de 8 m minimum devrait alors séparer les deux débouchés de conduits, ce qui induit une complexité architecturale supplémentaire.

7 Les contraintes imposées à la construction

Les contraintes imposées à la conception des prolongements des puits sont de plusieurs types :

- Géométriques ;
- Vibratoires ;
- Acoustiques ;
- Thermiques ;
- De réalisation ;
- D'exploitation.

Ce rapport n'a pas vocation à préciser le contexte réglementaire de la réalisation. C'est le rôle du bureau de contrôle retenu par le promoteur. Néanmoins on fournit ici une liste des contraintes qui doivent être intégrées dans la conception.

Les contraintes géométriques

Dans le cas d'une solution intégrant un rejet en façade, la distance entre la bouche et les premiers ouvrants de la même façade doit être au minimum de 8 m. Il s'agit de l'application d'une disposition semblable à celle figurant dans le règlement de sécurité incendie des établissements recevant du public.

Ces contraintes concernent également la section du conduit prolongeant le puits d'extraction des fumées et sa disposition. La section est soumise aux contraintes qui ont été développées dans cette étude. Une section de 3 m x 3 m semble optimale. La réduction de cette dimension est assujettie à des mesures permettant de réduire les pertes de charges par ailleurs.

Le conduit qui s'inscrit dans le bâtiment doit être dans le prolongement du puits existant. Si des dispositions différentes devaient être retenues (coudes, conduits supplémentaires), il serait nécessaire d'accroître la section et d'améliorer ses qualités aérodynamiques internes. Cela imposerait nécessairement un complément d'étude.

Les contraintes vibratoires

Les contraintes vibratoires sont essentiellement dues à la vitesse de passage de l'air dans le conduit. Celle-ci sera de l'ordre de 5 m/s à 6 m/s en fonction de la section du conduit. Une vitesse de 10 m/s prise comme référence permettra de dominer tous les effets pénalisants.

Par ailleurs, dans ce même domaine, il sera nécessaire de découpler la structure supérieure, intégrée dans le bâtiment, de la structure inférieure qui transmettra les bruits liés au fonctionnement de la ventilation mécanique, mais surtout au passage des rames de métro et des trains de travaux.

Les contraintes acoustiques

Les contraintes acoustiques ont été déterminées dans la nuit du 29 au 30 mai 2008 par la société FluidAlp. A cet effet, la RTM a mis à disposition un train de travaux. Les essais ont été réalisés au puits Ozanam. Les tests ont porté sur deux configurations :

- La mise en fonctionnement du ventilateur (Bruit continu) ;
- Le passage du train de travaux (Bruit émergent).

Les résultats des mesures donnent les valeurs suivantes :



| Position de la mesure | Conditions | |
|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| | Ventilateur en fonctionnement | Fonctionnement de train de travaux (moteur de la grue) |
| Entre le ventilateur et les baffles | 96 dBA | Non réalisée |
| Au pied du puits | 73 dBA | 75 dBA |

Tableau 1 : Niveaux de bruit mesurés au pied du puits Ozanam

Ces mesures doivent être considérées comme des indications. Si des données de ce type devaient être intégrées dans la conception du puits, il serait nécessaire de les faire réaliser par un bureau spécialisé dans ce domaine.

Les contraintes thermiques

Les contraintes thermiques qui sont à prendre en compte sont en rapport avec la fonction des puits. Ils sont dédiés au désenfumage des tunnels. A ce titre, ils doivent avoir des propriétés coupe-feu. Le degré concerné pour ce type de conduit est N2.

Là aussi, ces contraintes devront être précisées par le bureau de contrôle mandaté par le promoteur.

La réalisation

Des contraintes de réalisation s'imposent dans la mesure où la fonction de désenfumage doit être maintenue pendant la durée de construction des bâtiments. Les méthodes de construction devront tenir compte de cette contrainte.

L'exploitation

La possibilité de visiter la tête du puits doit être maintenue à terme. Il sera donc nécessaire de prévoir un accès au niveau de la chaussée aux personnels de la RTM. De ce fait, un aménagement interne du puits doit être étudié, afin de maintenir cette fonction.

8 Cahier des charges pour le programme Ozanam

Ce cahier des charges est réalisé par la société Itinéraires (M. Janny).

8.1 Principe aéralique

En absence de la note de calcul du ventilateur existant, la société FluidAlp a dimensionné la cheminée à créer de manière à ne pas modifier le fonctionnement du dispositif actuel (débit et pression).

Les éléments sont les suivants :

- La cheminée aura une dimension intérieure minimale de 3 m x 3m pour une hauteur de 25 m
- L'axe de la cheminée actuelle doit être conservé
- Pas de traitement de surface particulier à réaliser pour l'intérieur de la cheminée
- La cheminée doit réaliser une coupure thermique réglementaire et prendre en compte des températures de gaz d'environ 250°C.
- La vitesse de l'air dans le conduit est actuellement de 5 m/s mais peut passer à 10 m/s en cas de changement des ventilateurs.

- Pas de réduction brusque de la section de la cheminée
- Les mesures acoustiques réalisées en sortie des silencieux donnent une valeur de 85dba (coupure acoustique éventuelle à prévoir y compris en tête de cheminée).
- La cheminée existante est susceptible de transmettre les vibrations liées au passage des rames de métro, surtout pour les rames de maintenance.

Par ailleurs, les dimensions de 3X3 m correspondent à un optimum, il est possible d'avoir une cheminée légèrement rectangulaire avec une surface d'environ 10m². De même, si l'axe existant doit être conservé, il est possible d'effectuer une rotation autour de cet axe pour aligner la cheminée avec les éléments constructifs du bâtiment. L'élément de raccordement ne devra pas comporter de brusque changement de direction

8.2 Demandes RTM

Les demandes RTM concernent la phase chantier et la maintenance des ventilateurs.

- Pas d'obstruction du puits, sauf la nuit pendant l'interruption du métro
- Accès à prévoir depuis la rue ainsi que maintien du système d'alimentation électrique de secours
- Mise en place d'une porte permettant de sortir les silencieux et les ventilateurs à l'aide d'un camion équipée d'une grue.

8.3 Autres contraintes

La sortie de la cheminée doit être placée à 8 m des façades.

8.4 Principe constructif

La structure ne doit pas s'appuyer sur la cheminée existante

Il faut prévoir une coupure pour éviter la transmission des vibrations

La cheminée doit avoir un DCF de 2h (à confirmer par le bureau de contrôle ou les BMP). Il peut être obtenu par un mur en BA de 25 cm ou des blocs agglomérés enduits

La tête de cheminée actuelle sera démolie

Il est préférable que la nouvelle cheminée fasse partie structurellement du bâtiment.

Une solution possible reprenant ces principes est proposée ci après. Elle propose la démolition de la cheminée actuelle lors des terrassements du parking jusqu'au R-4 (dernier niveau de parking). La cheminée actuelle débouchera dans ce niveau de parking avec sa structure actuelle mais sans être liaisonnée à la dalle du parking pour éviter les vibrations. Les fondations du parking ne devront pas apporter d'efforts nouveaux sur la cheminée.

La cheminée nouvelle commencera au R-4 et sera supportée par la dalle du parking. Les dimensions intérieures seront de 4,7 m par 5,7 m environ pour envelopper complètement la cheminée existante. L'ouvrage aura une forme permettant de réaliser la réduction de section ainsi que la rotation des murs de la cheminée

Dans les autres niveaux, la cheminée sera simplement réalisée à l'avancement, de plancher à plancher et pourra servir d'élément porteur.

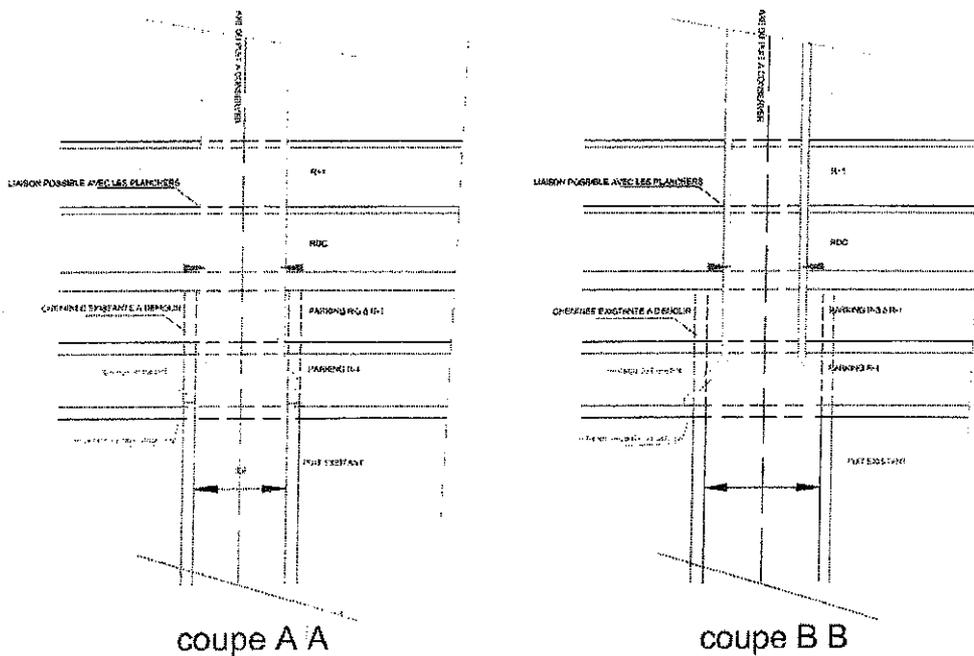


Figure 16 : Coupes verticales des ouvrages

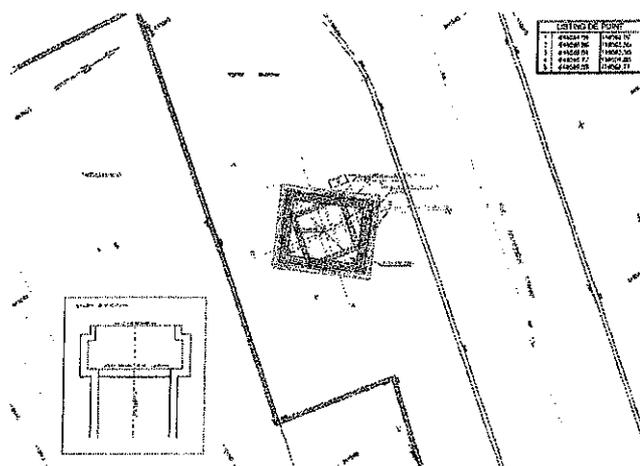


Figure 17 : Vue en plan générale des ouvrages (existant et à réaliser)

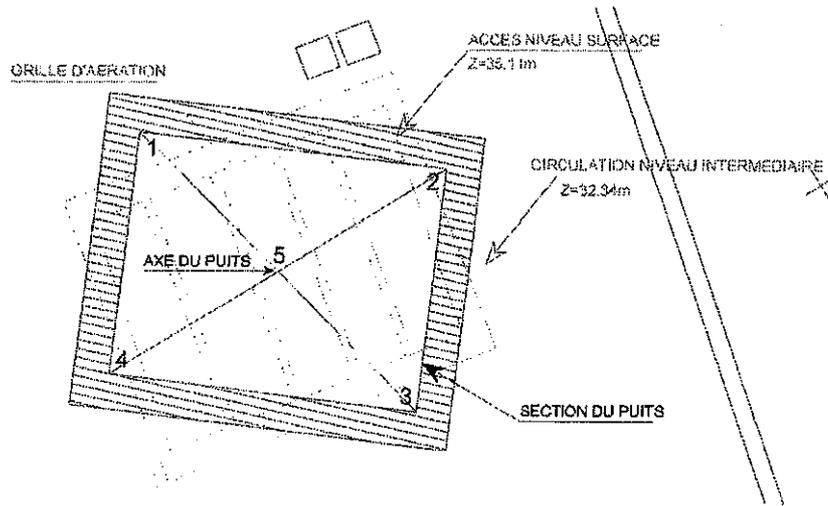


Figure 18 : Vue en plan des ouvrages (situation de l'existant)

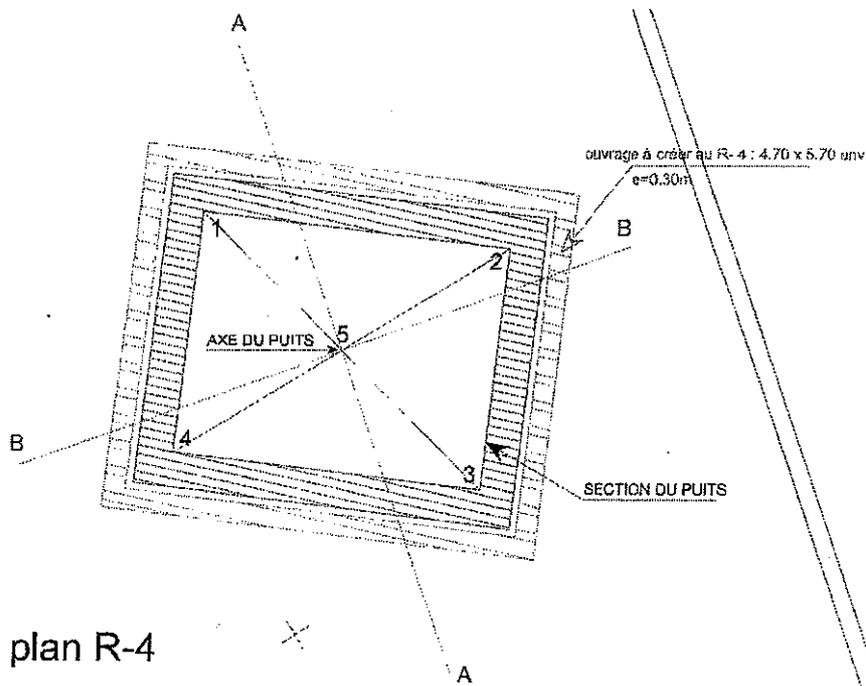


Figure 19 : Vue en plan des ouvrages à réaliser au niveau R-4

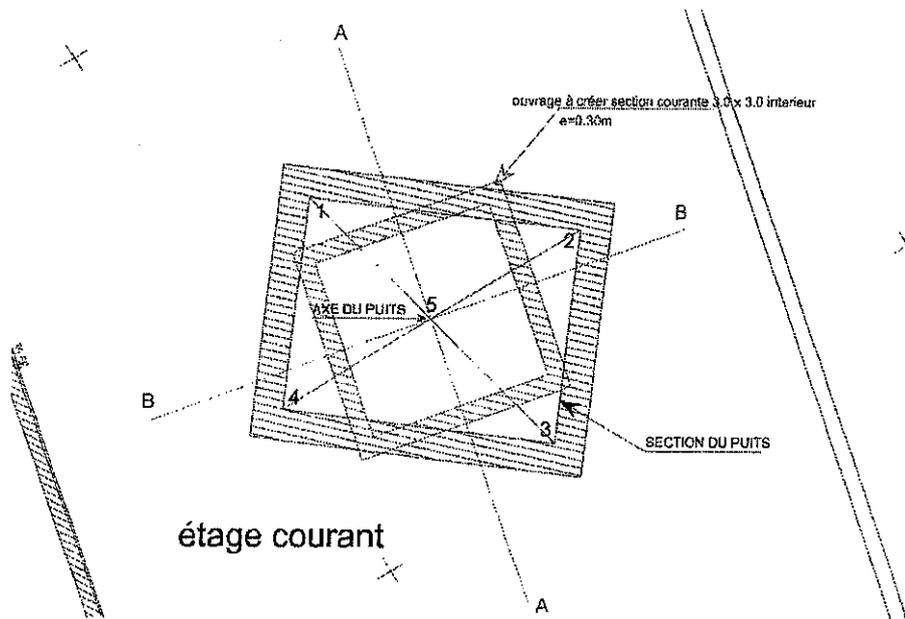


Figure 20 : Vue en plan des ouvrages à réaliser au niveau d'un étage courant

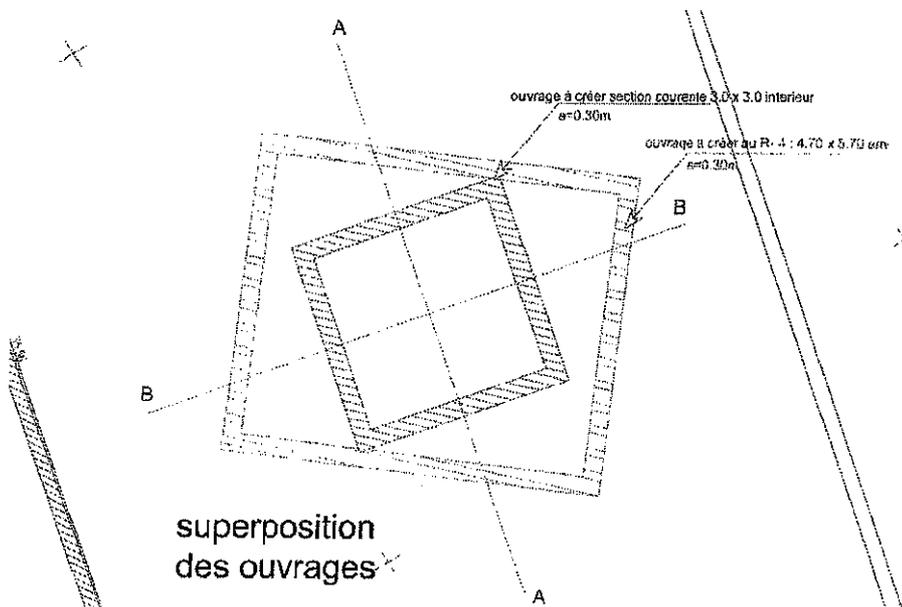


Figure 21 : Vue en plan des ouvrages à réaliser (superposition des ouvrages)

9 Conclusions

Deux familles de solution du prolongement des puits Ozanam et Nédélec ont été étudiées. Il s'agit d'un rejet au niveau de la rue et du prolongement du puits jusqu'au niveau des toits.

La première solution présente l'avantage de limiter l'impact sur le bâtiment, mais elle correspond à une perte de charge complémentaire assez sensible. De plus, en cas d'incendie dans le métro, les fumées rejetées affectent la rue et les bâtiments. Cette solution n'est généralement pas souhaitée par les commissions de sécurité qui lui préfèrent le rejet au niveau des toits.

Cette seconde solution consiste à prolonger le conduit vertical du puits. La section est sensiblement inférieure à la précédente et l'accroissement de pression est plus faible. La gaine affecte tous les niveaux du bâtiment.

Une optimisation des deux solutions est possible en améliorant l'aérodynamique des équipements de ventilation, au niveau du tunnel.