

VILLE DE QUÉBEC

ÉTUDE DE TRAITEMENT ACOUSTIQUE STATION DE POMPAGE DE STE-FOY

Yockell Associés inc.


Décembre 2004

N/Réf.: 241069

VILLE DE QUÉBEC

ÉTUDE DE TRAITEMENT ACOUSTIQUE STATION DE POMPAGE DE STE-FOY

Préparée par :


Claude Yockell, M. Arch
Acousticien

Yockell Associés inc.
255, av. St-Sacrement, bureau 201
Québec (Québec)
G1N 3X9

Téléphone : 418-688-5941
Télécopieur : 418-688-9898

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1.0 INTRODUCTION.....	1
2.0 GÉNÉRALITÉS RELATIVES AUX MESURES	2
2.1 LOCALISATION	2
2.2 NATURE	2
2.3 APPAREILLAGE.....	3
2.4 CONDITIONS.....	3
3.0 RÉSULTATS DES MESURES DE BRUIT	4
3.1 MESURES SUR LES VENTILATEURS	4
3.2 MESURES SUR LES POMPES.....	10
3.3 MESURES SUR LA PORTE DE LA FAÇADE EST	14
3.4 RESPECT DES NORMES EN VIGUEUR.....	14
4.0 RECOMMANDATIONS.....	18
4.1 TRAITEMENT DE L'INSTALLATION ACTUELLE	18
4.2 AUTRES ALTERNATIVES DE TRAITEMENTS.....	23

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 3.1 : Niveaux sonores dus aux ventilateurs et augmentations de bruit résultantes.....	6
Tableau 3.2 : Niveaux sonores dus aux pompes et augmentations de bruit résultantes.....	6
Tableau 3.3 : Conformité à la norme maximale de 50 dBA la nuit du règlement VQB-5	17

LISTE DES FIGURES

Figure 3.1 : Niveaux de bruit en dBA atteints à 5 m autour du bâtiment	5
Figure 3.2 : Niveaux de bruit face aux ventilateurs.....	7
Figure 3.3 : Niveaux de bruit au 102, ch. De la plage st-laurent	8
Figure 3.4 : Niveaux de bruit au 121, ch. De la plage st-laurent	9
Figure 3.5 : Niveaux de bruit en dBA atteints à 5 m autour du bâtiment	11
Figure 3.6 : Niveaux de bruit au 102, ch. De la plage St-laurent.....	12
Figure 3.7 : Niveaux de bruit au 121, ch. De la plage St-laurent.....	13
Figure 3.8 : Niveaux de bruit en dBA atteints autour du bâtiment.....	15
Figure 4.1 : Détails des traitements de la prise d'air.....	19
Figure 4.2 : Vue des traitements façade nord	20
Figure 4.3 : Vue des traitements façade est et ouest.....	22

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	24
Annexe 2	27

1.0 INTRODUCTION

Yockell associés inc. a été mandaté par le service de l'Ingénierie de la Ville de Québec afin de réaliser une étude de conformité aux normes et d'établir les mesures d'atténuation à mettre en place afin de réduire le bruit généré par la station de pompage de la Ville de Ste-Foy sise sur le chemin De la plage St-Laurent à Cap-Rouge.

L'étude a principalement porté sur les résidences sises de part et d'autre de la station de pompage.

2.0 GÉNÉRALITÉS RELATIVES AUX MESURES

2.1 LOCALISATION

Les mesures de bruit ont été relevées à deux résidences sises de part et d'autre de la station de pompage, soit :

102, ch. De la plage St-Laurent

121, ch. De la plage St-Laurent.

Outre ces localisations, des mesures de bruit ont également été relevées à 11 positions au périmètre du bâtiment de la station de pompage. Ces mesures ont été relevées à 5 mètres des façades du bâtiment.

Les mesures ont été relevées le 3 novembre 2004 entre 13 h 30 et 15 h 30.

2.2 NATURE

Les relevés sonores sont constitués d'analyses de la composition spectrale du bruit en décibels linéaires pour les bandes de fréquence comprises entre 31,5 et 8000 Hz. Celles-ci sont complétées par une lecture du niveau global de bruit en dBA. Les résultats détaillés des mesures sont fournis à l'annexe 1.

Les mesures ont été relevées pour les différentes situations suivantes :

- 2 pompes et 0, 2, 3 et 4 ventilateurs en fonctionnement
- 2 pompes et 3 pompes sans ventilateur en fonctionnement
- 2 pompes et aucun ventilateur pour la porte de la façade entre-ouverte ou fermée

2.3 APPAREILLAGE

L'appareillage utilisé pour les mesures était constitué des équipements suivants :

- sonomètre intégrateur, modèle LA-5110 de ONO SOKKI
- source étalon, modèle 4231, de Bruël & Kjaer
- sonomètre et analyseur FFT, modèle 824, de Larson-Davis
- source étalon, modèle CA-250, de Larson-Davis.

2.4 CONDITIONS

Les conditions météorologiques prévalant au moment des mesures sont les suivantes :

- Vent inférieur à 13 km/h
- Température de 4°C
- Humidité relative 60%
- Aucune précipitation

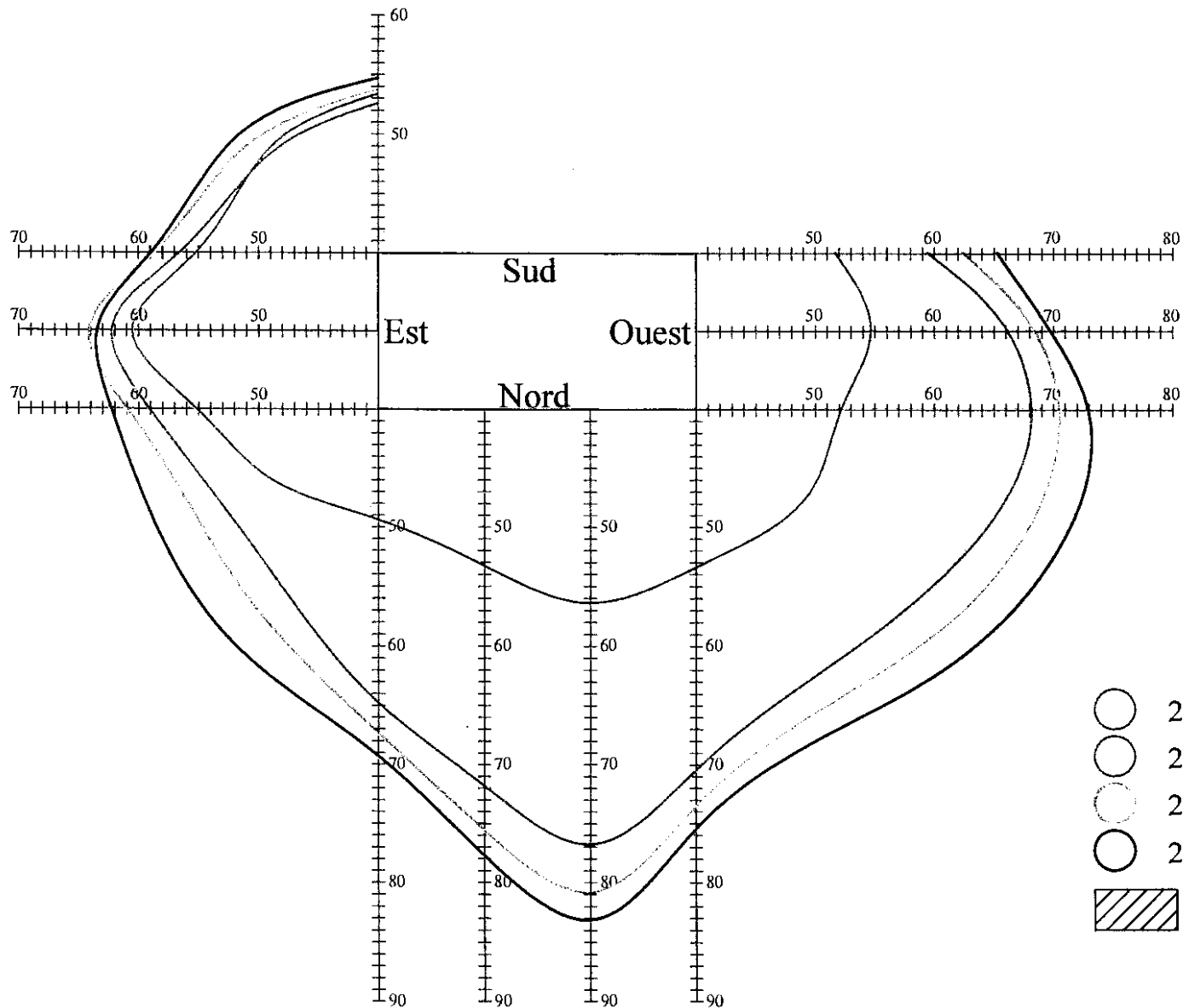
3.0 RÉSULTATS DES MESURES DE BRUIT

3.1 MESURES SUR LES VENTILATEURS

Les résultats détaillés des mesures sont fournis à l'annexe 1. La figure 3.1, pour sa part, reprend l'ensemble des niveaux sonores mesurés à 5 mètres au périmètre du bâtiment et montre la progression du bruit selon le nombre de ventilateurs en fonctionnement. On y remarque que les niveaux sonores du côté est du bâtiment présentent peu de fluctuations selon le nombre de ventilateurs en fonction. Toutefois, du côté ouest, en raison de la présence des grilles d'évacuation, on note des écarts très importants entre les niveaux mesurés. Aussi, entre la situation sans ventilateur et avec 2 ventilateurs (situation la plus courante), l'augmentation de bruit résultante est de 16 dBA. Le fonctionnement de 3 ou 4 ventilateurs ne contribue pas à augmenter considérablement le bruit. Au maximum, l'augmentation additionnelle de bruit avec 4 ventilateurs est de 5 dBA pour une augmentation totale de 21 dBA.

En façade du bâtiment, face à la prise d'air, l'augmentation de bruit résultant de la mise en fonction de deux des quatre ventilateurs est de 20,4 dBA comme l'indique le tableau 3.1. Lorsque les quatre ventilateurs sont en fonction, on note une augmentation additionnelle de 6,4 dBA, soit une augmentation totale de 26,8 dBA. Les spectres de bruit présentés à la figure 3.2 n'indiquent la présence d'aucun son pur audible malgré des niveaux sonores compris entre 76,8 et 83,2 dBA.

Aux deux résidences les plus rapprochées, soit le 102 et le 121 ch. De la plage St-Laurent, les niveaux sonores lorsque les ventilateurs ne fonctionnent pas sont respectivement de 42,4 et 46,8 dBA. Ces niveaux sonores résultent exclusivement de la station de pompage et plus particulièrement des pompes. Les spectres de bruit présentés aux figures 3.3 et 3.4 n'indiquent cependant aucun son pur audible.



- 2 pompes 0 ventilateur
- 2 pompes 2 ventilateurs
- 2 pompes 3 ventilateurs
- 2 pompes 4 ventilateurs
- ▨ bâtiment

Client: Ville de Québec		Projet: Station de pompage de Ste-Foy	
Titre: Niveaux de bruit en dBA atteints à 5 m autour du bâtiment		Figure no : 3.1	
		Date: 15-12-04	
Préparé par: Claude Yockell, M. Arch, acousticien		Yockell Associés inc.	
Dessiné par: Richard Jolivet, tech.			

Échelle : aucune

TABLEAU 3.1 : NIVEAUX SONORES DUS AUX VENTILATEURS ET AUGMENTATIONS DE BRUIT RÉSULTANTES

Localisation	2 pompes 0 ventilateur	2 pompes 2 ventilateurs		2 pompes 3 ventilateurs		2 pompes 4 ventilateurs		Δ Total
		Niveau	Δ	Niveau	Δ	Niveau	Δ	
5 mètres face aux ventilateurs	56,4	76,8	20,4	81,0	4,2	83,2	2,2	26,8
102, ch. De la plage St-Laurent	42,4	54,7	12,3	55,4	0,7	59,0	3,6	16,6
121, ch. De la plage St-Laurent	46,8	59,1	12,3	62,0	2,9	64,2	2,2	17,4

Δ : augmentation du niveau sonore

note : tous les niveaux sont en dBA

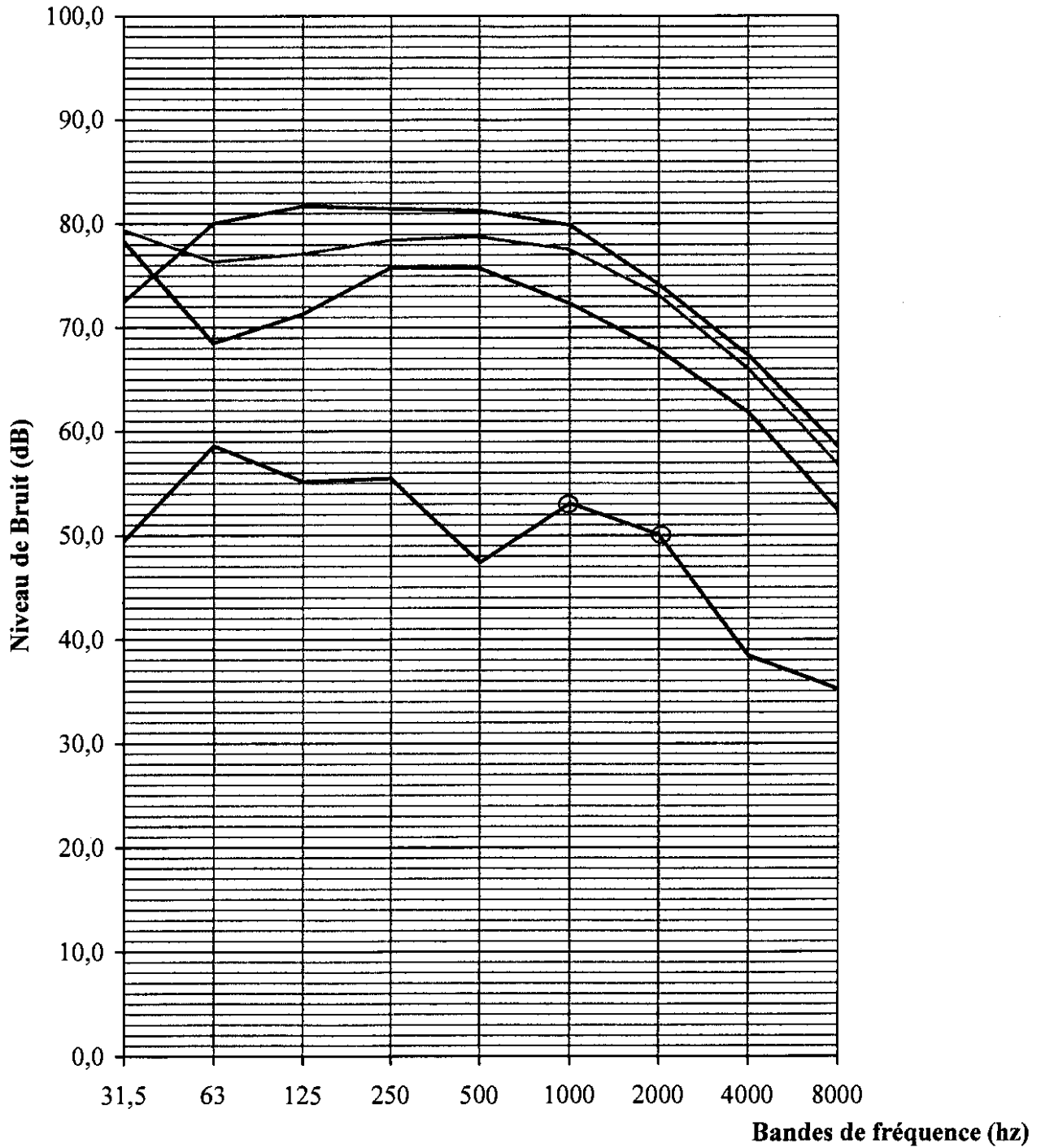
TABLEAU 3.2 : NIVEAUX SONORES DUS AUX POMPES ET AUGMENTATIONS DE BRUIT RÉSULTANTES

Localisation	2 pompes 0 ventilateur	3 pompes 0 ventilateurs	
		Niveau	Δ
5 mètres face aux ventilateurs	56,4	61,9	5,5
102, ch. De la plage St-Laurent	42,4	41,0	-1,4
121, ch. De la plage St-Laurent	46,8	47,1	0,3

Δ : augmentation du niveau sonore

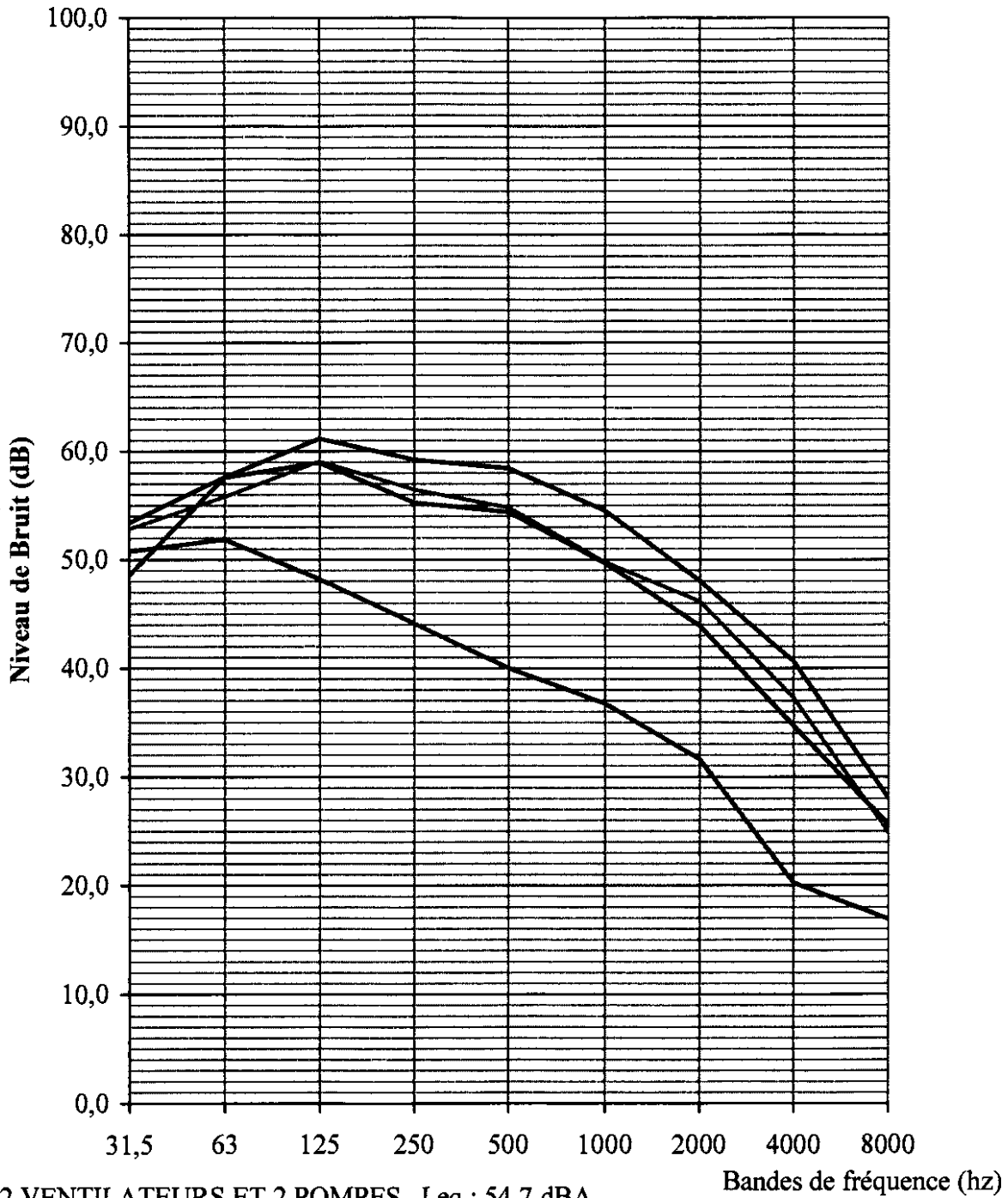
note : tous les niveaux sont en dBA

FIGURE 3.2: NIVEAUX DE BRUIT FACE AUX VENTILATEURS



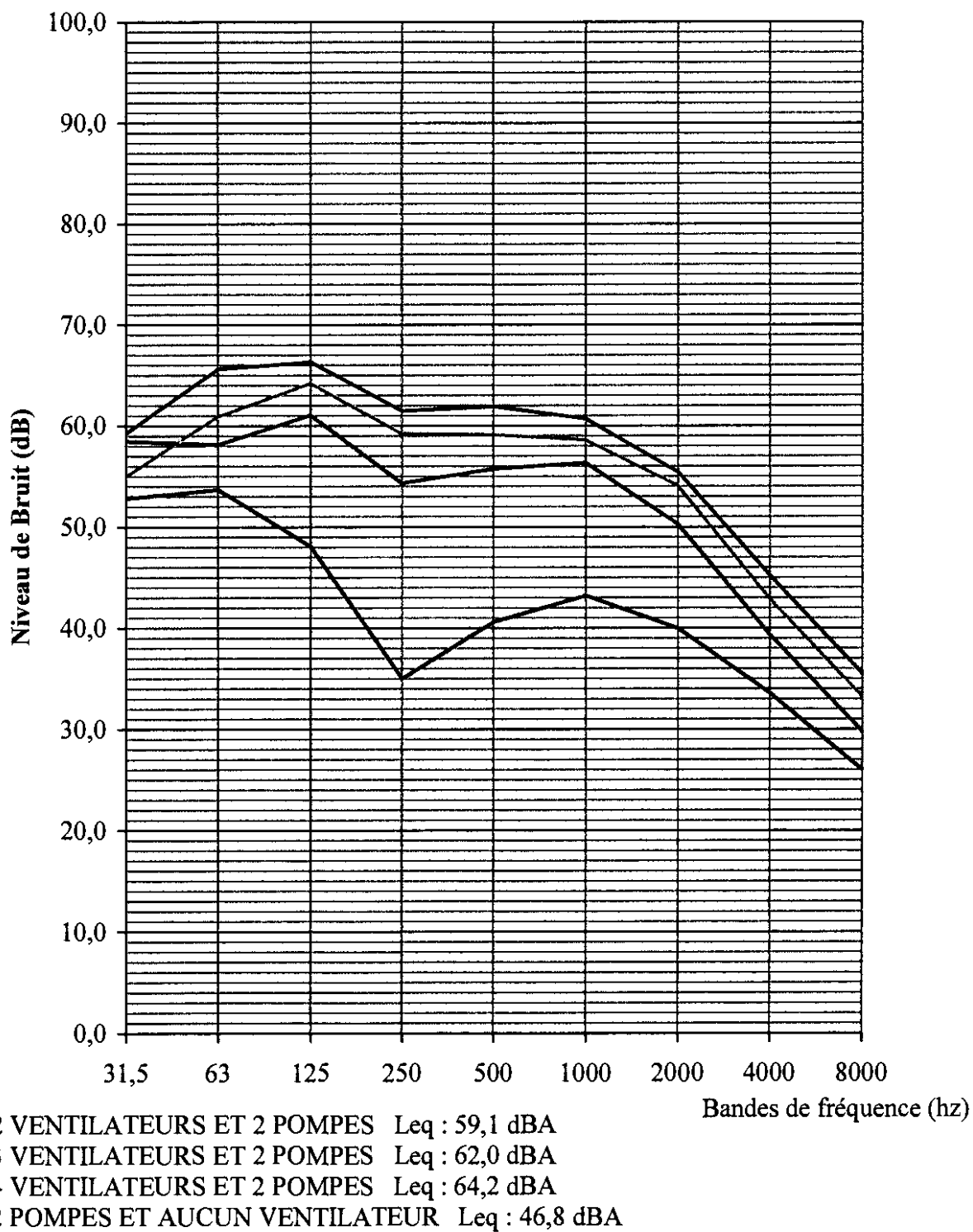
- 2 VENTILATEURS ET 2 POMPES Leq : 76,8 dBA
- 3 VENTILATEURS ET 2 POMPES Leq : 81,0 dBA
- 4 VENTILATEURS ET 2 POMPES Leq : 83,2 dBA
- 2 POMPES ET AUCUN VENTILATEUR Leq : 56,4 dBA
- SONS PURS

**FIGURE 3.3: NIVEAUX DE BRUIT
AU 102, CH. DE LA PLAGE ST-LAURENT**



- 2 VENTILATEURS ET 2 POMPES Leq : 54,7 dBA
- 3 VENTILATEURS ET 2 POMPES Leq : 55,4 dBA
- 4 VENTILATEURS ET 2 POMPES Leq : 59,0 dBA
- 2 POMPES ET AUCUN VENTILATEUR Leq : 42,4 dBA

**FIGURE 3.4: NIVEAUX DE BRUIT
AU 121, CH. DE LA PLAGE ST-LAURENT**



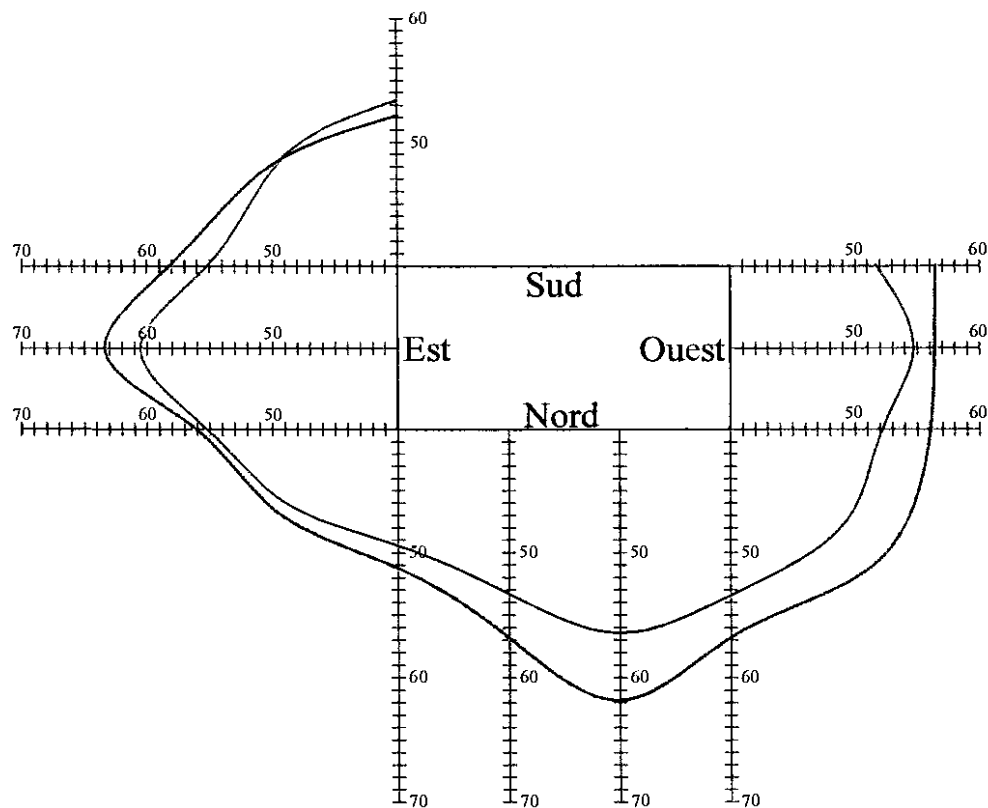
Lorsque deux des ventilateurs sont en fonction, on note des augmentations substantielles des niveaux sonores de 12,3 dBA pour les deux résidences (tableau 3.1). Bien que le 102 ch. De la plage St-Laurent soit plus éloigné de la station de pompage, sa localisation sur le côté nord de la rue fait en sorte qu'il subit d'une façon plus importante le bruit de la prise d'air des ventilateurs. Au 121, le bruit provient de deux sources, la première est la prise d'air sise sur la façade nord et l'autre, les grilles d'évacuation sises sur la façade ouest. Toutefois, l'importance de cette dernière source est difficilement quantifiable.

Lorsque les quatre ventilateurs sont en fonction, l'augmentation totale des niveaux sonores est de l'ordre de 17 dBA pour les deux résidences. Toutefois, malgré les niveaux sonores importants, on note l'absence de son pur audible.

3.2 MESURES SUR LES POMPES

Certaines mesures ont été réalisées afin d'établir l'augmentation de bruit pouvant découler des pompes elles-mêmes. La figure 3.5 montre les résultats de bruit obtenus dans un périmètre de 5 mètres autour de la station de pompage. Les figures 3.6 et 3.7 de même que le tableau 3.2 présentent, pour leur part, les différents résultats obtenus aux résidences.

Comme le montre la figure 3.5, la différence entre les niveaux sonores mesurés dans le périmètre immédiat de la station de pompage est de l'ordre de 3 dBA. Les augmentations les plus importantes sont obtenues face aux ouvertures que sont la prise d'air des ventilateurs (façade nord), la porte de la façade est et les grilles d'évacuation de la façade ouest. Il est cependant important de mentionner que ces différentes ouvertures étaient closes au moment de la prise des mesures et que le bruit provenait par des fuites ou en raison des performances acoustiques limitées de ces éléments.

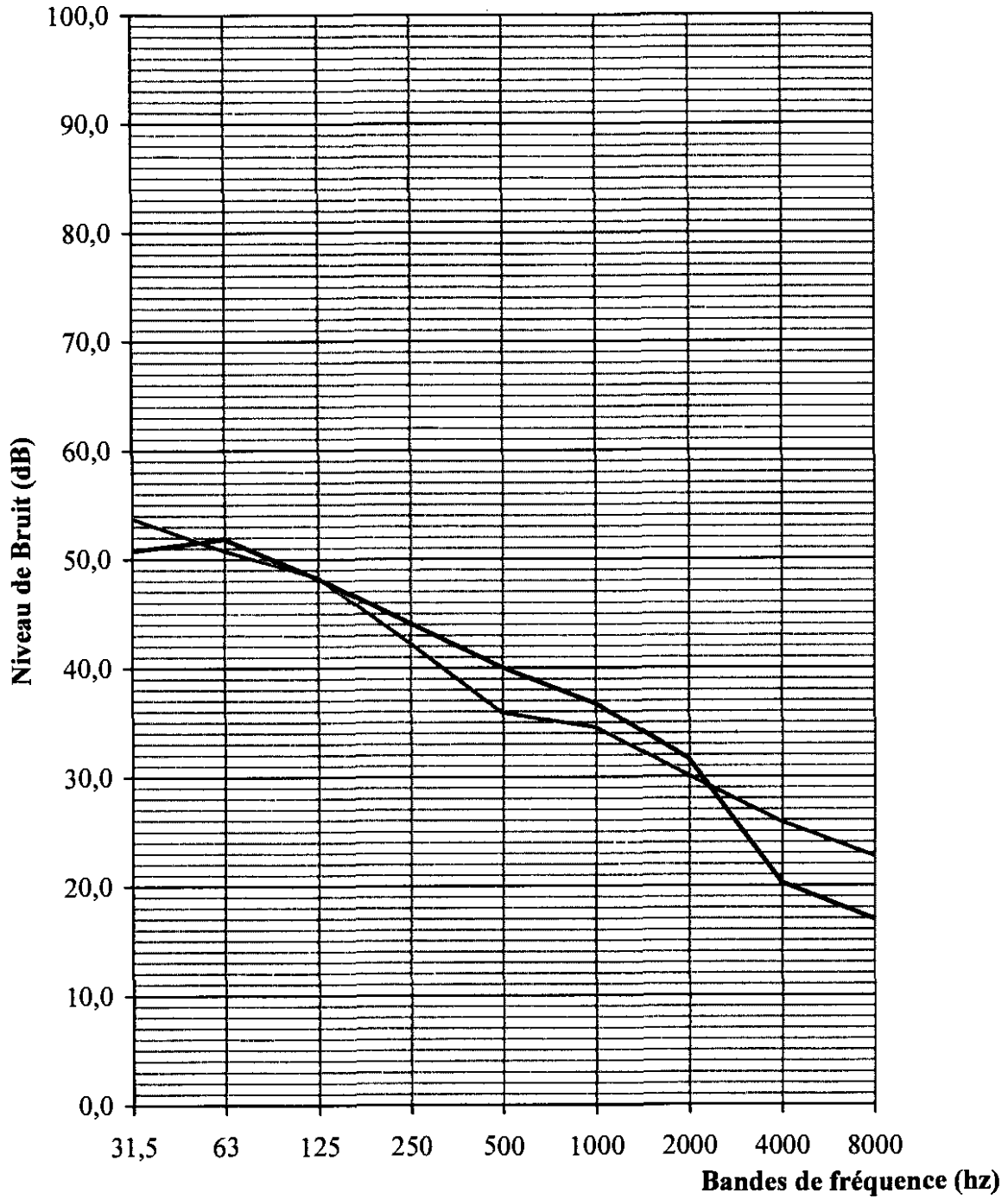


- 2 pompes 0 ventilateur
- 3 pompes 0 ventilateur
- ▨ bâtiment

Client:	Ville de Québec	Projet:	Station de pompage de Ste-Foy
Titre:	Niveaux de bruit en dBA atteints à 5 m autour du bâtiment	Figure no :	3.5
		Date:	15-12-04
Préparé par:	Claude Yockell, M. Arch, acousticien	<i>Yockell Associés inc.</i>	
Dessiné par:	Richard Jolivet, tech.		

Échelle : aucune

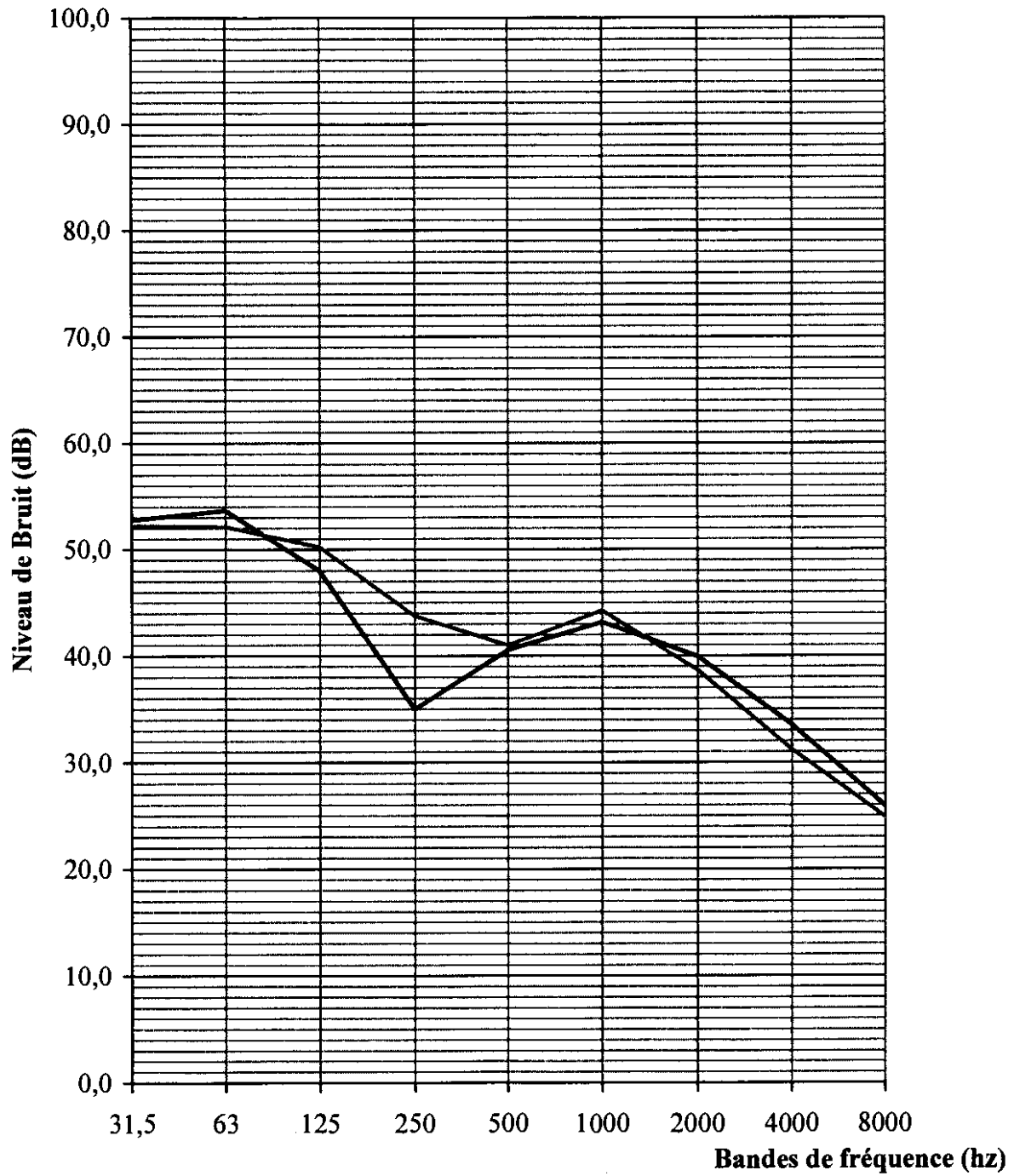
**FIGURE 3.6: NIVEAUX DE BRUIT
AU 102, CH. DE LA PLAGE ST-LAURENT**



— 2 POMPES SEULES Leq : 42,4 dBA

- - 3 POMPES SEULES Leq : 41,0 dBA

**FIGURE 3.7: NIVEAUX DE BRUIT
AU 121, CH. DE LA PLAGE ST-LAURENT**



— 2 POMPES SEULES Leq : 46,8 dBA

- - - 3 POMPES SEULES Leq : 47,1 dBA

À la résidence sise au 102 ch. De la Plage St-Laurent (figure 3.6 et tableau 3.2), les résultats affichent peu ou pas de différence selon qu'il y ait 2 ou 3 pompes en fonctionnement. Les niveaux sonores demeurent aux environs de 42 dBA et les spectres ne présentent aucun son pur audible.

Au 121, ch. De la plage St-Laurent, la situation est sensiblement identique. En ce qui concerne les niveaux dBA (tableau 3.2), les valeurs présentent des écarts somme toute négligeables et les niveaux sonores oscillent autour de 47 dBA. Le bruit semble provenir par les grilles d'évacuation bien que celles-ci soient fermées. Pour la composition spectrale du bruit (figure 3.7), les différences observées sont peu significatives et peuvent provenir de sources présentes dans le milieu et non des pompes elles-mêmes.

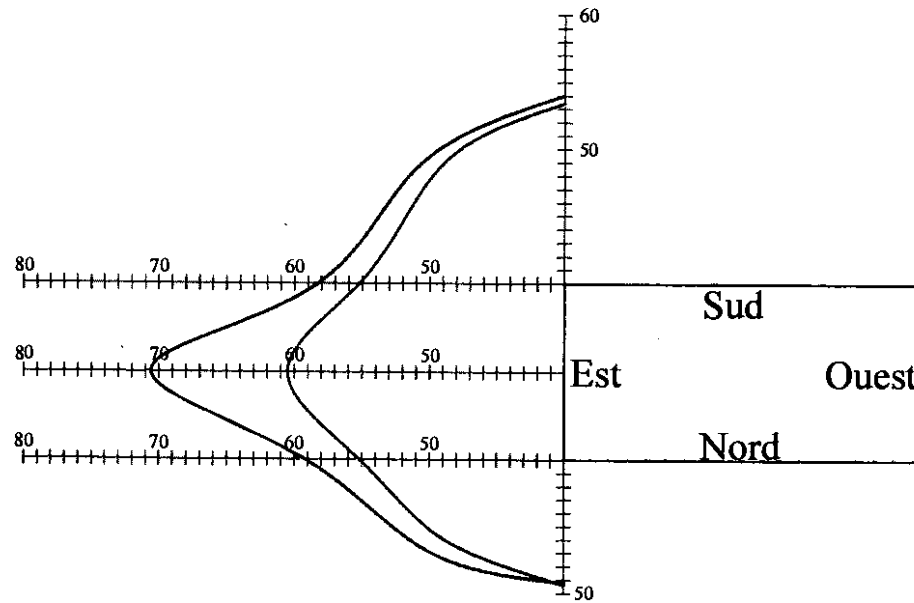
3.3 MESURES SUR LA PORTE DE LA FAÇADE EST

Selon les informations en notre possession, en période estivale, la porte de la façade est demeure entre-ouverte afin d'assurer un certain apport d'air frais et une certaine ventilation dans le bâtiment.

Les mesures réalisées, présentées à la figure 3.8, indiquent que cette situation se traduit par une augmentation locale de 10 dBA. Toutefois, au 102, ch. De la plage St-Laurent, l'augmentation qui en découle n'est que de 0,9 dBA.

3.4 RESPECT DES NORMES EN VIGUEUR

Comme il n'existe aucune norme de bruit applicable dans l'arrondissement de Cap-Rouge, les normes de la Ville de Québec contenues dans le règlement VQB-5 seront considérées. Pour le moment, ces normes sont respectivement pour le jour, le soir, et la nuit, de 60, 55 et 50 dBA. Toutefois, certaines normalisations s'appliquent pour le bruit de fond du secteur et le type de bruit en présence. Il est important de spécifier



- 2 pompes 0 ventilateur porte fermée
- 2 pompes 0 ventilateur porte ouverte
- ▨ bâtiment

Client:	Ville de Québec	Projet:	Station de pompage de Ste-Foy
Titre:	Niveaux de bruit en dBA atteints à 5 m autour du bâtiment	Figure no : 3.8	
		Date: 15-12-04	
Préparé par:	Claude Yockell, M. Arch, acousticien	Yockell Associés inc.	
Dessiné par:	Richard Jolivet, tech.		

Échelle : aucune

que certains amendements sont susceptibles d'être apportés à ce règlement en ce qui a trait à la normalisation pour le bruit de fond. Aussi, dans les secteurs très calmes où le bruit de fond est inférieur à 40 dBA le jour et le soir, ou inférieur à 35 dBA la nuit, la normalisation serait portée à +7,5 dBA.

Le tableau 3,3 indique, au regard des résultats de mesures précédents, la conformité à la norme applicable en période nocturne selon le règlement VQB-5 de la Ville de Québec (version révisée). Cette dernière a été retenue en raison de la plus grande probabilité de dérangements possiblement ressentis. Lorsque les ventilateurs ne sont pas en fonction, la norme est respectée à l'ensemble des résidences sises à l'est de la station de pompage. À l'ouest, cependant, ces équipements dépassent la norme applicable.

Dans tous les cas, lorsque les ventilateurs sont en fonction, les valeurs dépassent les normes tant à l'est qu'à l'ouest de la station de pompage. Les dépassements sont compris entre 12,2 et 16,5 dBA à l'est et entre 16,6 et 21,7 dBA à l'ouest selon le nombre de ventilateurs en fonction.

TABLEAU 3.3 : CONFORMITÉ À LA NORME MAXIMALE DE 50 DBA LA NUIT DU RÉGLEMENT VQB-5

Conditions	102, ch. De la plage St-Laurent					121, ch. De la plage St-Laurent				
	Niveau	Normalisation		Niveau normalisé	Δ	Niveau	Normalisation		Niveau normalisé	Δ
		Bruit de fond nuit	Autres				Bruit de Fond nuit	Autres		
2 pompes 0 ventilateur	42,4	7,5	0	49,9	-0,1	46,8	7,5	0	54,3	4,3
2 pompes 2 ventilateurs	54,7	7,5	0	62,2	12,2	59,1	7,5	0	66,6	16,6
2 pompes 3 ventilateurs	55,4	7,5	0	62,9	12,9	62,0	7,5	0	69,5	19,5
2 pompes 4 ventilateurs	59,0	7,5	0	66,5	16,5	64,2	7,5	0	71,7	21,7
3 pompes 0 ventilateur	41,0	7,5	0	48,5	-1,5	47,1	7,5	0	54,6	4,6
2 pompes 0 ventilateur porte ouverte	43,3	7,5	0	50,8	0,8					

4.0 RECOMMANDATIONS

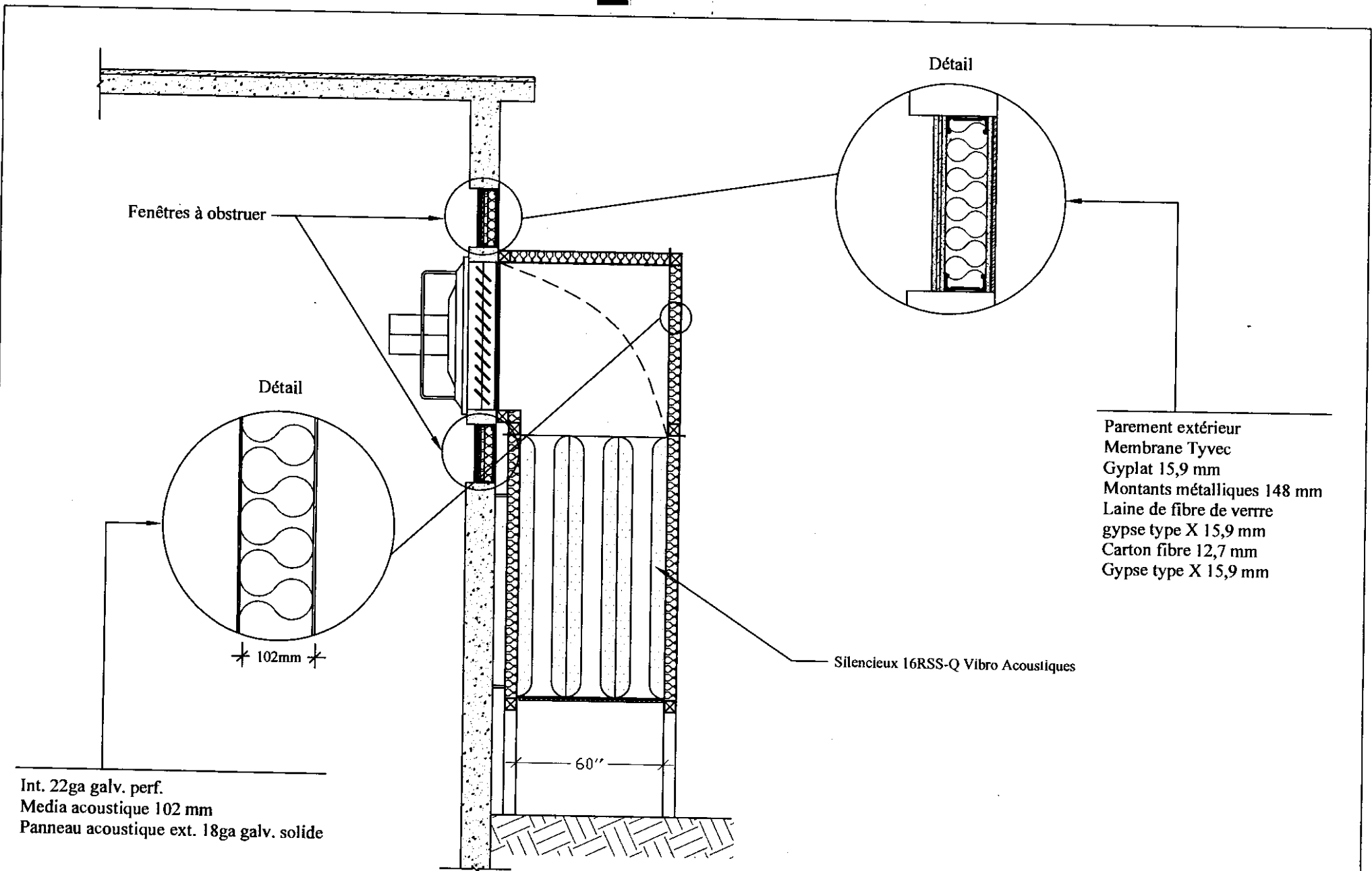
Les résultats précédents ont permis d'établir que le bruit émis par la station de pompage provient de différentes sources et ouvertures au pourtour du bâtiment. D'une part, lorsque les ventilateurs d'alimentation d'air sont arrêtés, les pompes sont audibles à l'extérieur. Bien que les niveaux sonores soient faibles, ils demeurent au-dessus de la norme applicable la nuit. Cependant, l'addition de pompes supplémentaires représente peu d'impacts additionnels.

Lorsque les ventilateurs d'alimentation d'air sont en fonction et peu importe leur nombre, le bruit demeure en permanence au-delà des normes applicables. Ce bruit provient par les grilles d'alimentation sur la façade nord et par les grilles d'évacuation de la façade ouest. Les fenêtres représentent également une source d'émission du bruit vers l'extérieur.

4.1 TRAITEMENT DE L'INSTALLATION ACTUELLE

Dans un premier temps, il faudra mettre en place des silencieux sur l'admission d'air des ventilateurs. La figure 4.1 montre le mode de traitement à mettre en place. Il est constitué d'un silencieux, modèle 16 RSS-Q, de *Vibro Acoustics*. Ce silencieux aura une longueur de 2745 mm (9 pieds) avec une perte de pression statique de 25 pascals (0,1 pouce d'eau). Le caisson occupera l'ensemble de la longueur totale de grille actuelle tel qu'illustré à la figure 4.2.

Un traitement similaire devrait être appliqué sur les grilles d'évacuation sises sur la façade ouest. Toutefois, en raison de la présence des cheminées des génératrices, l'espace requis est insuffisant. Pour cette raison, il faudra déplacer les grilles



Fenêtres à obstruer

Détail

Détail

102mm

Int. 22ga galv. perf.
 Media acoustique 102 mm
 Panneau acoustique ext. 18ga galv. solide

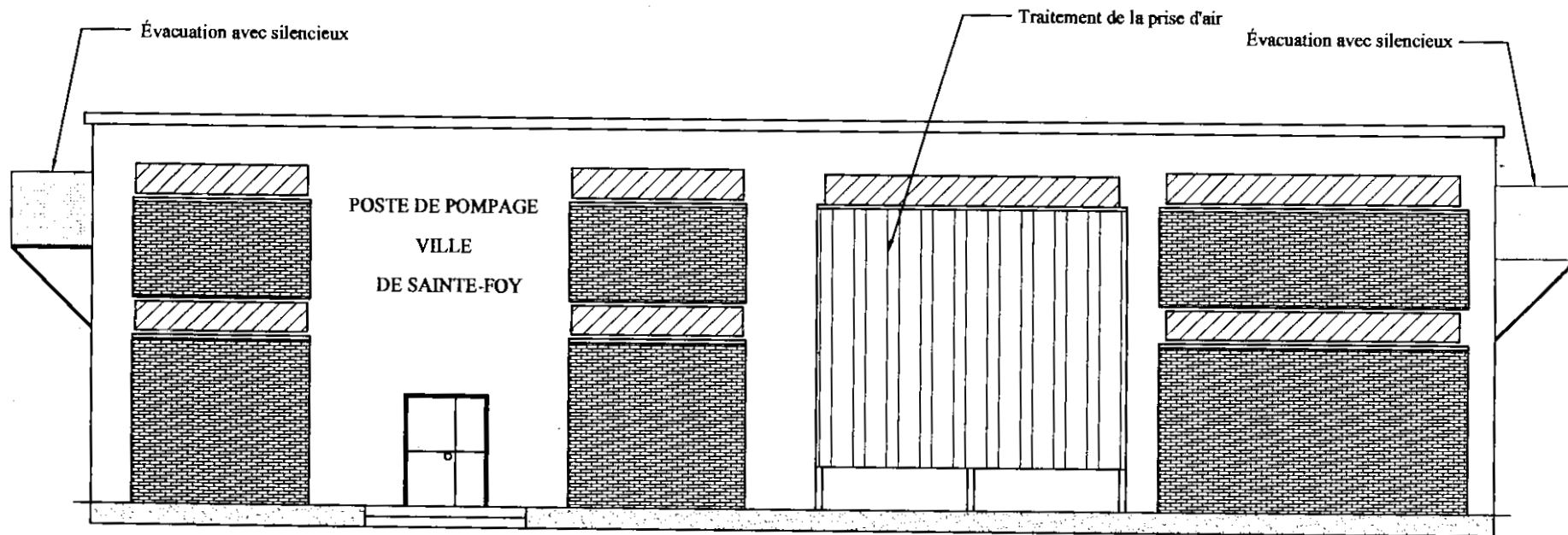
60"

Silencieux 16RSS-Q Vibro Acoustiques


Parement extérieur
 Membrane Tyvec
 Gyplat 15,9 mm
 Montants métalliques 148 mm
 Laine de fibre de verre
 gypse type X 15,9 mm
 Carton fibre 12,7 mm
 Gypse type X 15,9 mm

Client:	Ville de Québec	Projet:	Station de pompage de Ste-Foy
Titre:	Détails des traitements de la prise d'air	Figure no :	4.1
		Date:	2004-12-16
Préparé par:	Claude Yockell, M. Arch, acousticien	Yockell Associés inc.	
Dessiné par:	Richard Jolivet, tech.		

Échelle : aucune



Façade Nord

 Fenêtres à obtuer

Échelle : aucune

Client:	Ville de Québec	Projet:	Station de pompage de Ste-Foy
Titre:	Vue des traitements façade nord		Figure no : 4.2
			Date: 2004-12-16
Préparé par:	Claude Yockell, M. Arch, acousticien		Yockell Associés inc.
Dessiné par:	Richard Jolivet, tech.		

d'évacuation. Différents emplacements ont été considérés et la localisation idéale serait sur la face sud du bâtiment. Toutefois, la présence d'installations électriques rend impossible l'utilisation de cet emplacement. Advenant un déplacement de ces équipements, cette emplacement serait à retenir.

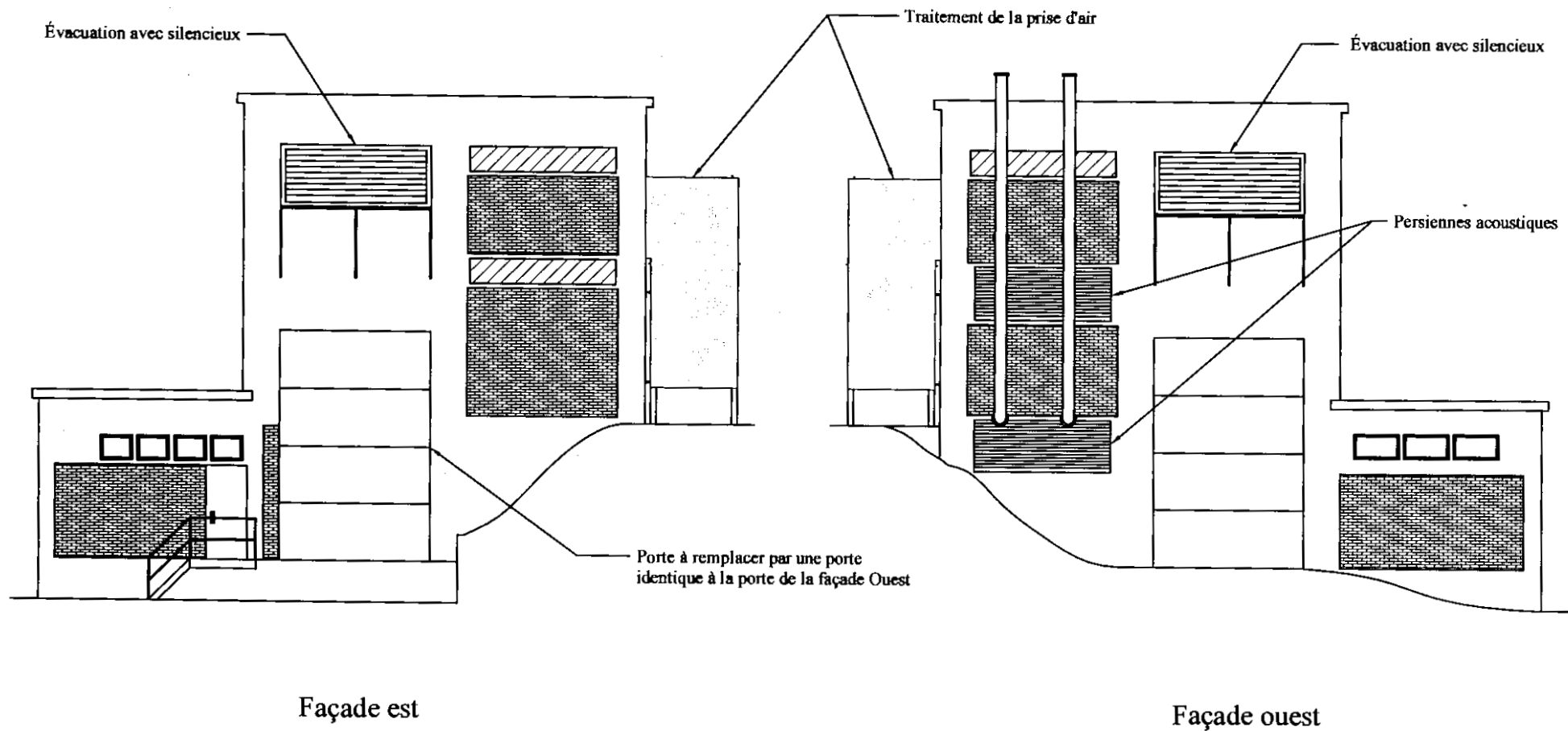
Une deuxième localisation possible serait située au-dessus des portes sur les façades est et ouest tel que montré sur les figures 4.2 et 4.3. Le traitement requis pour les évacuations d'air serait un silencieux de 1525 mm (5 pieds), modèle 16RSS-N, de *Vibro Acoustics*. Les ouvertures totales seraient de 3657 mm (12 pieds) sur 1525 mm (5 pieds).

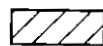
Outre les traitements précédents, il faudra également obturer les fenêtres des façades nord, est et ouest. Le mode de traitement est indiqué sur la figure 4.1.

Il appert que la porte de la façade est présente une atténuation moindre que celle de la façade ouest en raison de son manque d'étanchéité acoustique. Il serait souhaitable de prévoir son remplacement par une porte du même type que celle de la façade ouest.

Enfin, les grilles d'évacuation actuellement sises sur la façade ouest devront être traitées à l'aide de persiennes acoustiques du type A8890 de *AMERCO*. Comme ces grilles ne seront en utilisation que lorsque les génératrices seront en fonction, les volets motorisés de ces dernières devront demeurer fermés pour toutes les autres conditions d'opération. La mise en place d'un circuit de contrôle sera requise à cette fin.

Il est très importants de mentionner que les recommandations précédentes sont basées sur les données techniques reçues des différentes personnes ressource contactées. Or, certaines différences importantes ont été notées entre les plans et les informations techniques des équipements en place. Aussi, selon ces dernières, le débit de chacun des ventilateurs serait de 17 300 pcm (pi^3/min) à 1 pouce d'eau de pression statique.



 Fenêtres à obtuer

Échelle : aucune

Client:	Ville de Québec	Projet:	Station de pompage de Ste-Foy	
Titre:	Vue des traitements façade est et ouest		Figure no :	4.3
			Date:	2004-12-16
Préparé par:	Claude Yockell, M. Arch, acousticien		Yockell Associés inc.	
Dessiné par:	Richard Jolivet, tech.			

Sur les plans qui ont été fournis, on retrouve deux indications. L'une réfère à 18 500 pcm et l'autre, inscrite à la main, à 8 500 pcm. Dans le doute, les recommandations ont été basées sur les données techniques des ventilateurs, soit 17 300 pcm.

Le coût prévu pour l'ensemble des traitements précédents est de l'ordre de

▪ Admission d'air :	35 000 \$
▪ Évacuation d'air :	30 000 \$
▪ Porte ouest :	10 000 \$
▪ Évacuation d'air actuelle (persiennes acoustiques)	15 000 \$
▪ Fenêtres	10 000 \$

Le coût total de ces traitements sera de l'ordre de 100 000 \$ auxquels s'ajoute le coût de chantier, la gérance et un facteur de contingence de l'ordre de 15 %.

4.2 AUTRES ALTERNATIVES DE TRAITEMENTS

Il serait possible de modifier l'installation actuelle en installant sur la toiture un système mécanisé d'évacuation d'air. Il existe différentes possibilités tels qu'un ventilateur centrifuge avec plénum acoustique et silencieux. Le coût de ces solutions peut varier grandement selon le débit requis. Dans l'ordre actuel, basé sur une demande de l'ordre de 70 000 pcm, il faudrait compter sur des coûts supérieurs à 140 000 \$. Dans ce cas, il faudrait également traiter les sources d'émissions sonores secondaires telles que les fenêtres, les évacuations actuelles, la porte ouest et l'actuelle prise d'air qui demeurerait en place. Il faudrait par conséquent compter sur une dépense de l'ordre de 200 000 \$. Toutefois, si le besoin en débit était revu à la baisse, le coût et les moyens de traitement seraient grandement réduits.

ANNEXE 1

RÉSULTATS DÉTAILLÉS DES MESURES DE BRUIT

TABLEAU A1.1: RÉSULTATS DES MESURES AUX DIFFÉRENTS POINTS POUR 2 POMPES ET AUCUN VENTILATEUR EN FONCTION

Point de mesure	Bandes de Fréquence (Hz)									Niveau Équivalent L _{Aeq} (dBA)
	31,5	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
usine 1	57,0	56,9	59,3	49,9	49,4	49,3	45,8	37,6	29,0	53,4
usine 2	54,4	55,9	54,2	52,8	49,9	52,2	47,5	37,7	32,8	55,1
usine 3	50,5	55,2	55,3	57,3	53,1	58,5	51,6	44,6	42,1	60,5
usine 4	51,9	54,7	55,6	51,9	48,8	53,0	45,8	36,6	33,8	55,1
usine 5	50,7	58,2	55,0	49,4	44,9	45,8	40,8	29,0	24,7	49,4
usine 6	49,2	55,0	53,8	52,3	47,6	50,3	45,4	33,6	28,6	53,2
usine 7	52,3	59,0	55,5	55,5	47,4	53,1	50,0	38,5	35,2	56,4
usine 8	63,2	59,1	54,0	49,9	47,1	51,0	45,2	34,4	28,5	53,4
usine 9	51,5	53,4	54,2	49,2	48,3	48,6	44,6	37,0	35,2	52,2
usine 10	50,9	52,7	53,1	54,1	49,9	51,7	46,5	38,5	34,7	54,7
usine 11	49,0	53,7	52,9	51,4	46,1	47,1	45,5	38,8	30,8	51,7
102, plage St-Laurent	53,0	53,4	49,5	44,3	40,3	37,0	32,5	24,1	18,6	42,8
121, plage St-Laurent	54,3	54,7	49,4	43,3	40,8	43,2	40,1	33,8	26,2	47,0

TABLEAU A1.2: RÉSULTATS DES MESURES AUX DIFFÉRENTS POINTS POUR 2 POMPES ET 2 VENTILATEURS EN FONCTION

Point de mesure	Bandes de Fréquence (Hz)									Niveau Équivalent L _{Aeq} (dBA)
	31,5	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
usine 1	50,9	53,3	54,8	50,8	49,9	48,7	44,6	35,3	25,5	52,6
usine 2	56,1	56,5	56,0	54,1	51,2	53,9	48,8	36,4	30,6	56,5
usine 3	61,9	59,8	59,6	60,2	57,1	59,5	53,6	44,0	37,3	62,1
usine 4	65,0	63,0	62,4	57,6	56,4	56,0	49,4	39,9	31,8	59,1
usine 5	63,4	63,9	66,1	64,9	63,0	60,0	56,7	49,5	39,8	64,8
usine 6	69,5	68,7	71,2	70,2	69,9	67,6	63,7	55,5	46,5	71,8
usine 7	78,4	68,5	71,3	75,8	75,8	72,3	67,8	61,8	52,3	76,8
usine 8	73,3	69,5	70,6	68,9	68,3	66,2	62,5	55,4	45,4	70,4
usine 9	60,5	63,9	68,3	66,7	64,6	63,4	58,9	48,6	40,2	67,1
usine 10	61,4	56,1	61,1	61,0	60,1	63,8	58,4	47,1	39,1	66,1
usine 11	62,7	58,9	58,7	58,1	55,3	56,5	51,2	42,0	33,2	59,5
102, plage St-Laurent	54,0	54,4	57,4	56,4	55,2	49,0	42,0	34,0	24,6	54,9
121, plage St-Laurent	58,9	58,6	61,1	54,4	55,7	56,3	50,2	39,4	29,8	59,1

TABLEAU A1.3: RÉSULTATS DES MESURES AUX DIFFÉRENTS POINTS POUR 2 POMPES ET 3 VENTILATEURS EN FONCTION

Point de mesure	Bandes de Fréquence (Hz)									Niveau Équivalent L _{Aeq} (dBA)
	31,5	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
usine 1	54,7	57,0	53,6	51,4	50,3	50,2	46,2	36,9	28,5	53,7
usine 2	59,0	56,5	58,0	57,7	53,5	56,4	49,5	37,1	29,5	58,7
usine 3	59,5	60,8	59,3	61,4	60,0	61,5	54,7	46,2	40,1	64,0
usine 4	67,4	65,1	64,6	59,4	57,9	55,8	50,5	41,7	33,5	59,8
usine 5	66,2	67,4	68,4	66,9	65,3	63,6	60,2	52,2	43,7	67,7
usine 6	73,2	70,9	70,6	74,4	72,5	71,5	68,3	60,8	51,2	75,6
usine 7	79,5	76,4	77,1	78,4	78,8	77,5	73,2	66,1	56,8	81,0
usine 8	71,5	70,9	70,7	72,5	70,9	69,6	65,8	58,4	49,7	73,5
usine 9	64,1	70,0	72,1	68,1	68,6	66,9	61,5	52,3	45,5	70,5
usine 10	61,7	62,0	65,6	64,4	63,7	65,8	60,9	50,1	41,6	68,4
usine 11	61,2	59,3	60,5	61,1	58,8	59,5	53,8	45,3	35,5	62,4
102, plage St-Laurent	55,2	56,6	58,6	56,1	54,6	49,1	47,4	38,4	26,2	55,3
121, plage St-Laurent	56,0	61,2	64,2	59,2	59,1	58,6	54,1	42,9	33,2	62,0

TABLEAU A1.4: RÉSULTATS DES MESURES AUX DIFFÉRENTS POINTS POUR 2 POMPES ET 4 VENTILATEURS EN FONCTION

Point de mesure	Bandes de Fréquence (Hz)									Niveau Équivalent L _{Aeq} (dBA)
	31,5	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
usine 1	57,0	55,3	55,3	53,6	52,1	51,2	45,9	36,4	26,5	54,7
usine 2	59,3	57,7	60,4	59,2	56,3	55,2	49,6	38,9	32,3	58,8
usine 3	56,1	59,0	59,3	62,2	61,5	59,8	54,1	46,9	41,5	63,4
usine 4	58,9	61,7	63,8	62,3	60,7	58,3	53,0	43,2	33,8	62,3
usine 5	67,7	69,0	68,9	66,4	67,2	65,1	62,2	54,8	45,9	69,3
usine 6	74,8	71,6	72,0	77,5	73,6	74,2	70,3	62,8	53,4	77,8
usine 7	72,5	80,1	81,7	81,5	81,3	79,9	74,2	67,3	58,5	83,3
usine 8	72,2	74,3	71,5	72,5	72,3	72,2	68,1	60,0	51,3	75,5
usine 9	65,1	71,7	74,0	71,4	71,6	68,7	63,9	54,6	47,9	72,9
usine 10	68,4	65,7	69,6	68,1	66,3	66,3	62,0	52,4	43,6	69,7
usine 11	57,4	63,9	63,9	64,8	61,0	61,8	57,7	47,4	38,7	65,2
102, plage St-Laurent	54,8	58,1	61,3	59,2	58,4	54,5	48,1	40,7	28,2	59,0
121, plage St-Laurent	59,6	65,7	66,4	61,5	61,9	60,7	55,4	45,2	35,4	64,2

TABLEAU A1.5: RÉSULTATS DES MESURES AUX DIFFÉRENTS POINTS POUR 3 POMPES ET AUCUN VENTILATEUR EN FONCTION

Point de mesure	Bandes de Fréquence (Hz)									Niveau Équivalent L _{Aeq} (dBA)
	31,5	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
usine 1	58,2	55,9	54,7	52,5	47,5	48,8	44,5	33,6	25,7	52,3
usine 2	54,7	58,9	57,5	57,0	50,5	55,9	49,7	37,8	33,1	58,2
usine 3	58,8	62,0	61,9	63,2	58,2	60,7	54,6	46,0	42,7	63,4
usine 4	62,5	56,6	54,8	58,5	50,8	52,1	48,0	40,1	37,6	56,1
usine 5	61,9	58,0	54,0	52,2	46,0	47,8	43,1	31,5	25,2	51,3
usine 6	57,4	56,8	55,9	58,1	50,0	53,5	49,6	37,3	33,0	56,9
usine 7	61,3	56,3	54,9	56,3	51,9	59,9	54,6	41,2	34,9	61,9
usine 8	53,8	54,2	52,3	52,9	48,6	55,0	48,9	37,1	35,7	56,9
usine 9	51,7	55,2	58,0	52,4	50,0	53,4	48,6	37,1	31,2	56,1
usine 10	53,7	56,2	58,8	55,8	49,6	54,6	50,3	38,0	32,4	57,4
usine 11	58,7	56,9	54,4	55,8	47,6	52,1	47,5	43,6	41,1	55,5
102, plage St-Laurent	55,0	52,6	49,6	42,5	36,5	34,9	31,3	27,3	23,2	41,6
121, plage St-Laurent	54,0	53,6	51,1	43,9	41,2	44,3	38,8	31,7	25,2	47,3

TABLEAU A1.6: RÉSULTATS DES MESURES AUX DIFFÉRENTS POINTS POUR 2 POMPES ET AUCUN VENTILATEUR EN FONCTION, QUAND LA PORTE DE GARAGE EST EST OUVERTE DE 75 CM

Point de mesure	Bandes de Fréquence (Hz)									Niveau Équivalent L _{Aeq} (dBA)
	31,5	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
usine 1	57,3	54,9	55,6	50,8	47,8	50,4	44,7	32,7	24,7	53,0
usine 2	52,3	55,1	56,5	53,8	53,2	56,2	49,4	41,8	37,9	58,3
usine 3	62,9	60,5	61,7	62,2	61,1	68,4	63,9	52,1	46,3	70,6
usine 4	60,0	59,2	56,7	55,1	49,6	57,1	51,6	44,3	39,9	59,3
usine 5	57,7	53,4	52,4	47,7	43,0	46,3	41,9	30,3	24,1	49,3
102 pl. St-L	52,8	52,9	49,7	44,9	38,9	38,6	34,8	23,9	18,0	43,7

ANNEXE 2

**RÉSULTATS DÉTAILLÉS DES AUGMENTATIONS
RÉSULTANTS DES DIFFÉENTES SOURCES DE BRUIT**

TABLEAU A2.1: CONTRIBUTION DE 0 À 2 VENTILATEURS

Point de mesure	Bandes de Fréquence (Hz)									Niveau Équivalent L _{Aeq} (dBA)
	31,5	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
usine 1	n/a	n/a	n/a	0,9	0,4	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
usine 2	1,7	0,6	1,7	1,3	1,3	1,7	1,4	n/a	n/a	1,5
usine 3	11,4	4,6	4,3	2,9	4,0	1,0	2,0	n/a	n/a	1,5
usine 4	13,1	8,2	6,8	5,7	7,6	3,1	3,7	3,3	n/a	4,0
usine 5	12,7	5,7	11,1	15,5	18,1	14,2	15,9	20,6	15,1	15,4
usine 6	20,4	13,7	17,3	18,0	22,3	17,3	18,4	21,9	17,9	18,6
usine 7	26,2	9,6	15,9	20,4	28,4	19,3	17,8	23,3	17,2	20,4
usine 8	10,2	10,3	16,6	19,0	21,2	15,2	17,3	21,0	16,9	17,0
usine 9	9,0	10,5	14,1	17,5	16,2	14,7	14,3	11,6	4,9	14,9
usine 10	10,5	3,5	8,0	6,9	10,2	12,2	11,9	8,6	4,4	11,4
usine 11	13,7	5,2	5,8	6,7	9,2	9,4	5,8	3,2	2,4	7,8
102, plage St-Laurent	1,0	1,1	7,9	12,1	15,0	12,0	9,6	9,9	5,9	12,1
121, plage St-Laurent	4,6	3,8	11,8	11,1	14,9	13,1	10,2	5,5	3,6	12,1

TABLEAU A2.2: CONTRIBUTION DE 0 À 3 VENTILATEURS

Point de mesure	Bandes de Fréquence (Hz)									Niveau Équivalent L _{Aeq} (dBA)
	31,5	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
usine 1	n/a	0,1	n/a	1,5	0,9	0,9	0,5	n/a	n/a	0,3
usine 2	4,6	0,7	3,7	5,0	3,6	4,2	2,0	n/a	n/a	3,6
usine 3	9,0	5,7	4,0	4,1	6,9	3,0	3,1	1,6	n/a	3,4
usine 4	15,5	10,4	9,0	7,4	9,1	2,8	4,8	5,1	n/a	4,8
usine 5	15,5	9,2	13,5	17,5	20,4	17,8	19,4	23,3	19,1	18,4
usine 6	24,1	15,9	16,8	22,1	24,9	21,2	22,9	27,2	22,6	22,4
usine 7	27,2	17,4	21,7	23,0	31,4	24,5	23,1	27,6	21,6	24,6
usine 8	8,3	11,8	16,6	22,6	23,8	18,6	20,6	24,0	21,2	20,1
usine 9	12,6	16,6	17,9	18,9	20,3	18,3	16,9	15,3	10,3	18,3
usine 10	10,8	9,3	12,5	10,4	13,9	14,1	14,4	11,6	6,9	13,7
usine 11	12,2	5,6	7,6	9,7	12,7	12,4	8,3	6,5	4,7	10,8
102, plage St-Laurent	2,2	3,2	9,1	11,9	14,3	12,1	14,9	14,3	7,6	12,5
121, plage St-Laurent	1,7	6,4	14,9	16,0	18,3	15,3	14,0	9,1	7,0	15,0

TABLEAU A2.3: CONTRIBUTION DE 0 À 4 VENTILATEURS

Point de mesure	Bandes de Fréquence (Hz)									Niveau Équivalent L _{Aeq} (dBA)
	31,5	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
usine 1	0,1	n/a	n/a	3,7	2,6	2,0	0,1	n/a	n/a	1,3
usine 2	4,9	1,8	6,1	6,4	6,4	3,0	2,1	1,2	n/a	3,7
usine 3	5,6	3,9	4,0	4,9	8,3	1,3	2,5	2,4	n/a	2,9
usine 4	7,0	6,9	8,2	10,4	11,9	5,3	7,3	6,7	n/a	7,3
usine 5	17,0	10,8	14,0	17,1	22,4	19,3	21,4	25,8	21,2	19,9
usine 6	25,6	16,6	18,2	25,3	26,0	23,9	24,9	29,2	24,9	24,6
usine 7	20,3	21,1	26,3	26,0	33,9	26,8	24,1	28,8	23,3	26,9
usine 8	9,1	15,2	17,5	22,6	25,2	21,2	22,9	25,7	22,8	22,1
usine 9	13,6	18,3	19,8	22,3	23,3	20,1	19,4	17,6	12,6	20,6
usine 10	17,5	13,1	16,5	14,0	16,5	14,7	15,6	13,9	8,9	15,0
usine 11	8,4	10,2	11,1	13,5	14,9	14,8	12,2	8,6	7,9	13,6
102, plage St-Laurent	1,8	4,7	11,8	15,0	18,2	17,6	15,6	16,6	9,5	16,2
121, plage St-Laurent	5,3	11,0	17,0	18,2	21,1	17,5	15,3	11,4	9,3	17,2

TABLEAU A2.4: CONTRIBUTION DE 2 À 3 POMPES

Point de mesure	Bandes de Fréquence (Hz)									Niveau Équivalent L _{Aeq} (dBA)
	31,5	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
usine 1	1,2	n/a	n/a	2,5	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
usine 2	0,2	3,1	3,3	4,2	0,6	3,7	2,3	0,1	0,3	3,1
usine 3	8,3	6,8	6,6	5,9	5,0	2,2	3,0	1,5	0,6	2,9
usine 4	10,6	1,8	n/a	6,5	1,9	n/a	2,2	3,6	3,8	1,1
usine 5	11,2	n/a	n/a	2,9	1,2	2,1	2,3	2,5	0,6	1,9
usine 6	8,2	1,8	2,1	5,9	2,4	3,2	4,3	3,7	4,4	3,7
usine 7	9,1	n/a	n/a	0,8	4,5	6,9	4,6	2,7	n/a	5,5
usine 8	n/a	n/a	n/a	3,0	1,5	4,0	3,8	2,8	7,2	3,5
usine 9	0,2	1,8	3,8	3,3	1,7	4,8	4,0	0,1	n/a	3,9
usine 10	2,9	3,6	5,6	1,7	n/a	2,9	3,9	n/a	n/a	2,7
usine 11	9,7	3,2	1,5	4,4	1,5	5,0	2,0	4,8	10,3	3,9
102, plage St-Laurent	2,1	n/a	0,1	n/a	n/a	n/a	n/a	3,2	4,6	n/a
121, plage St-Laurent	n/a	n/a	1,7	0,7	0,4	1,1	n/a	n/a	n/a	0,3

TABLEAU A2.5: CONTRIBUTION D'UNE OUVERTURE DE 75 CM DE LA PORTE DE GARAGE EST

Point de mesure	Bandes de Fréquence (Hz)									Niveau Équivalent L _{Aeq} (dBA)
	31,5	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
usine 1	0,4	n/a	n/a	0,8	n/a	1,1	n/a	n/a	n/a	n/a
usine 2	n/a	n/a	2,3	1,0	3,3	4,0	1,9	4,1	5,1	3,3
usine 3	12,4	5,3	6,4	4,9	7,9	10,0	12,3	7,5	4,2	10,0
usine 4	8,1	4,5	1,1	3,2	0,7	4,1	5,9	7,7	6,0	4,3
usine 5	7,0	n/a	n/a	n/a	n/a	0,5	1,0	1,4	n/a	n/a
102 pl. St-L.	n/a	n/a	0,2	0,7	n/a	1,7	2,3	n/a	n/a	0,8