

VENTILATION RÉSIDENTIELLE:
MESURE DU BRUIT
SUR BANC D'ESSAI ET EN SERVICE
D'UNITÉS VRC

rapport présenté à

SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT
Bureau national
700, Chemin de Montréal
Ottawa (Ontario) K1A 0P7

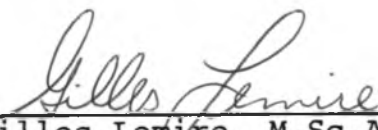
par

CENTRE D'EXPERTISE ACOUSTIQUE BGL INC

1558, Montarville, Bureau 204
ST-BRUNO (Québec) J3V 3T7

Téléphone 514-441-5690

Référence CEA: 100521


Gilles Lemire, M.Sc.A., ing.

Le 30 mars 1993



SOMMAIRE

Dans le cadre de la recherche sur la ventilation résidentielle, une étude a été réalisée pour comparer les indices d'émission acoustique de ventilateurs à récupération de chaleur mesurés sur banc d'essai et en service. L'étude visait également à proposer une méthodologie de la mesure d'indices d'émission acoustique d'équipement de ventilation résidentielle en service.

L'étude a porté sur deux ventilateurs à récupération de chaleur de modèles différents. La puissance acoustique de chacune des unités a été mesurée par intensimétrie sur un banc d'essai apparenté à celui prescrit dans la norme CSA-C260. Les unités testées ont par la suite été installées dans des résidences. Des mesures de la pression sonore ont alors été effectuées dans ces résidences selon la méthodologie proposée dans cette étude. Les puissances sonores des unités en service ont été estimées à partir de ces mesures et d'un modèle proposé par J. D. Quirt. La gêne due au bruit produit par les unités a été évaluée en termes d'indices NC. Les débits d'air ont été notés lors des tests sur banc d'essai et en service à titre d'information complémentaire.

L'expérience tend à démontrer que les exigences de la norme C260 seraient excessives lorsque la puissance acoustique est mesurée par intensimétrie. Le banc d'essai proposé par la norme n'aurait pas sa raison d'être dans le cas d'unités semblables à celles testées puisque le bruit est principalement irradié par les grilles de ventilation et non par l'unité elle-même. L'utilisation, sur banc d'essai, d'un cône à l'extrémité d'une conduite amplifierait considérablement la puissance sonore irradiée par cette conduite. Il est proposé de réduire lorsque possible le nombre des bandes de fréquence pour lesquelles la mesure est requise dans le but de réduire la quantité de mesures à effectuer.

L'estimation de la puissance par des mesures de la pression sonore en service et l'utilisation du modèle proposé par Quirt a donné un bon résultat, par rapport à la mesure de la puissance sur banc d'essai, que dans le cas où les configurations en service et sur banc d'essai étaient similaires.

Les mesures sur banc d'essai et en service démontrent que la puissance sonore irradiée est fortement fonction de la configuration des conduites. Les tests effectués sur banc d'essai ne seraient qu'indicatifs.

SUMMARY

As part of a research project on residential ventilation, a study was conducted to compare the acoustic emission coefficients of heat recovery fans as measured on a test bench and in actual service. Another reason for the study was to propose a methodology for the measurement of acoustic emission coefficients of residential ventilation equipment already in service.

The study dealt with two different heat recovery fan models. The acoustic power of each of the units was measured using an intensitometer on a test bench similar to that in the CSA-C260 standard. The units tested were subsequently installed in residences. Sound volume measurements were then taken in these residences in accordance with the methodology proposed in this study. The sound volumes of the units in service were estimated using these measurements and a model proposed by J.D. Quirt. The discomfort generated by the noise produced by the units was assessed in terms of noise criteria curves. Air flow rates were also registered under test bench and in service conditions to provide additional information.

The results tend to demonstrate that the requirements of standard C260 may be excessive when the acoustic power level is measured by an intensitometer. It appears that the test bench proposed by the standard is of no real utility in the case of units similar to those tested since most of the noise radiates from the ventilation vents and not from the unit itself. It would seem that the use, on the test bench, of a cone at the end of a duct substantially amplifies the level of noise radiating from this duct. It is proposed that, where possible, a reduction be made in the number of frequency bands for which measurements are required in view of reducing the quantity of measurements to be taken.

Estimating acoustic power by measuring the sound volume on a unit in service and using the model proposed by Quirt produced good results, in relation to measuring acoustic power on the test bench insofar as the in service configurations and the test bench configurations were similar.

The test bench and in service measurements demonstrate that the sound volume radiated depends, to a great extent, on the configuration of the ducts. Apparently, the tests conducted on the test bench are merely indicative.

CMHC SCHL

Helping to
house Canadians

Question habitation,
comptez sur nous

National Office

Bureau National

700 Montreal Road
Ottawa, Ontario
K1A 0P7

700 chemin Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Since a limited demand for this research document has been anticipated, only a summary of its contents has been translated.

If there is a significant demand for this report CMHC will proceed with translation.

By completing and returning this form you will help us to determine if there is a significant demand for this report in English. Mail the completed form to:

*The Canadian Housing Information Centre
Canada Mortgage and Housing Corporation
C1-200
700 Montreal Road
Ottawa, Ontario
K1A 0P7*

REPORT TITLE: _____

I would prefer to have this report made available in English.

NAME _____

ADDRESS _____
Street _____ *Apt.* _____

_____ *City* _____ *Province* _____ *Postal Code* _____

TELEPHONE () _____

TEL: (613) 748-2000
Canada Mortgage and Housing Corporation Société canadienne d'hypothèques et de logement

Canada

1946 SCHL.
45
CMHC 1991

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	iv
LISTE DES TABLEAUX	v
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 MÉTHODE DE MESURE DU NIVEAU SONORE DES UNITÉS EN SERVICE	2
2.1 OBJET	2
2.2 DÉFINITIONS	2
2.2.1 Bruit ambiant	2
2.2.2 Bruit perturbateur	2
2.2.3 Filtre à bande d'octave	3
2.2.4 Niveau de pression sonore (L_p ou L_{eq})	3
2.2.5 Niveau de pression sonore pondéré A	3
2.2.6 Niveau de pression sonore dans une bande d'octave	3
2.2.7 Pondération A	3
2.2.8 Sonomètre	3
2.2.9 Valeur moyenne de niveaux sonores	4
2.3 INSTRUMENTATION	5
2.3.1 Sonomètre	5
2.3.2 Filtre à bande d'octave	5
2.3.3 Étalonnage	5
2.4 ENVIRONNEMENT	6
2.4.1 Généralités	6
2.4.2 Niveau sonore du bruit ambiant	6
2.4.3 Stationnarité du bruit ambiant	6
2.5 PRISE DE MESURE	7
2.6 ÉVALUATION DE LA GÊNE DUE AU BRUIT	8
2.6.1 Objet	8
2.6.2 Mesures	8
2.6.3 Analyse	8
2.7 ESTIMATION DE LA PUISSANCE SONORE	11
2.7.1 Objet	11
2.7.2 Mesures	11
2.7.3 Analyse	12
2.8 RAPPORT	13
2.9 RÉFÉRENCES	13
3.0 TESTS PORTANT SUR DEUX UNITÉS DE VENTILATION	14
3.1 DESCRIPTION DES UNITÉS TESTÉES	14
3.2 MESURES DE LA PUISSANCE ACOUSTIQUE	15
3.2.1 Méthodologie	15
3.2.2 Site, banc d'essai et équipements de mesure	15

3.2.3	Description des essais effectués	23
3.2.4	Résultats des mesures	25
3.2.5	Discussion des résultats	38
3.3	MESURES DES NIVEAUX SONORES DES UNITÉS EN SERVICE .	39
3.3.1	Introduction	39
3.3.2	Instruments	39
3.3.3	Unité no 1	39
3.3.4	Unité no 2	43
4.0	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	46
4.1	Méthode de mesure du niveau sonore des unités en service	46
4.2	Mesure de la puissance acoustique par intensimétrie	46
4.2.1	Méthodologie	46
4.2.2	Instrumentation	47
4.2.3	Banc d'essai	47

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1	Courbes NC	9
FIGURE 2	Vue d'ensemble du banc d'essai	17
FIGURE 3	Vue de gauche du banc d'essai	18
FIGURE 4	Vue de droite du banc d'essai	18
FIGURE 5	Terminaison sourde	19
FIGURE 6	Installation d'une unité dans l'enceinte	19
FIGURE 7	Vue d'un des cônes utilisés	20
FIGURE 8	Vue de la grille utilisée	20
FIGURE 9	Dimensions des cônes utilisés	21
FIGURE 10	Résultats du test no 1	28
FIGURE 11	Résultats du test no 2	30
FIGURE 12	Résultats du test no 3	32
FIGURE 13	Résultats du test no 4	34
FIGURE 14	Résultats du test no 5	36
FIGURE 15	Schéma du vestibule (unité no 1 en service)	40
FIGURE 16	Unité no 1 en service - indices NC	42
FIGURE 17	Unité no 2 en service - indices NC	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Identification des tests effectués	24
Tableau 2. Résultats du test no 1	27
Tableau 3. Résultats du test no 2	29
Tableau 4. Résultats du test no 3	31
Tableau 5. Résultats du test no 4	33
Tableau 6. Résultats du test no 5	35
Tableau 7. Sonie associée à chacun des tests effectués	37
Tableau 8. Unité no 1 en service - niveaux sonores (dBA)	41
Tableau 9. Unité no 2 en service - niveaux sonores (dBA) Grille de distribution d'air frais	44

1.0 INTRODUCTION

Dans le cadre de la recherche sur la ventilation résidentielle, une étude a été réalisée pour comparer les indices d'émission acoustique de ventilateurs à récupération de chaleur mesurés sur banc d'essai et en service. L'étude visait également à proposer une méthodologie de la mesure d'indices d'émission acoustique d'équipement de ventilation résidentielle en service.

L'étude a porté sur deux ventilateurs à récupération de chaleur de modèles différents. La puissance acoustique de chacune des unités a été mesurée par intensimétrie sur un banc d'essai apparenté à celui prescrit dans la norme CSA-C260. Les unités testées ont par la suite été installées dans des résidences. Des mesures de la pression sonore ont alors été effectuées dans ces résidences selon la méthodologie proposée dans cette étude. Les puissances sonores des unités en service ont été estimées à partir de ces mesures et d'un modèle proposé par J. D. Quirt [2]. La gêne due au bruit produit par les unités a été évaluée en termes d'indices NC. Les débits d'air ont été notés lors des tests sur banc d'essai et en service à titre d'information complémentaire.

Le corps du rapport présente une vue d'ensemble du travail accompli et un exposé des questions d'importance.

2.0 MÉTHODE DE MESURE DU NIVEAU SONORE DES UNITÉS EN SERVICE

2.1 OBJET

La méthode proposée ici concerne la mesure du niveau de pression sonore engendré dans une pièce habitée par un équipement de ventilation résidentielle, tel une hotte de cuisinière ou une bouche de ventilation. Les fins de la mesure sont soit l'évaluation de la gêne causée par le bruit à l'aide de courbes NC, soit l'estimation de la puissance acoustique de l'équipement à l'aide d'un modèle reliant le niveau de pression sonore et la puissance acoustique.

La méthode proposée se veut un guide pour les personnes non spécialistes qui ont à faire la mesure du niveau de pression sonore engendré par un équipement de ventilation résidentielle.

2.2 DÉFINITIONS

2.2.1 Bruit ambiant

Bruit en un lieu donné résultant de l'ensemble des bruits, à caractère quasi-stationnaire (ou constant) durant la période de mesure, dû au rayonnement de l'ensemble des sources sonores considérées comme faisant habituellement partie de l'environnement considéré.

2.2.2 Bruit perturbateur

Bruit relié soit à l'apparition de sources sonores qui ne font pas partie de l'environnement du point d'écoute, soit à la modification d'une ou des sources habituelles et qui, pour diverses raisons, se distingue du bruit ambiant (par exemples passage d'une voiture isolée, bruit dû au vent).

Désigne également un constituant habituel du bruit ambiant mais que l'on veut distinguer de l'ensemble des autres bruits (par exemple le bruit dû à l'équipement de ventilation).

2.2.3 Filtre à bande d'octave

Dispositif qui permet de décomposer ou filtrer le bruit en fréquences en atténuant fortement les composantes du bruit dont les fréquences sont hors de la bande de fréquences sélectionnée.

2.2.4 Niveau de pression sonore (L_p ou L_{eq})

Aussi désigné par l'expression niveau sonore. Lecture exprimée en décibels (dB) affichée par un sonomètre. Lorsque la lecture correspond à une valeur moyenne obtenue sur une période d'observation on parle de niveau équivalent (L_{eq}) de pression sonore.

2.2.5 Niveau de pression sonore pondéré A

Similaire au niveau de pression sonore sauf que la pondération A a été appliquée soit par le sonomètre lors des mesures, soit par calculs après la mesure. Il s'exprime en décibels pondérés A, notés dBA.

2.2.6 Niveau de pression sonore dans une bande d'octave

Similaire au niveau de pression sonore sauf que la mesure est limitée au bruit contenu dans la bande d'octave sélectionnée par le filtre à bande d'octave. La pondération A peut également être appliquée en plus du filtre.

2.2.7 Pondération A

Atténuation normalisée, fonction de la fréquence, appliquée au niveau de pression sonore pour tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine. Il existe d'autres pondérations normalisées telles B, C et D; on signale parfois l'absence de l'utilisation d'une pondération en exprimant les niveaux sonores en décibels linéaires (dBLin).

2.2.8 Sonomètre

Instrument de mesure sensible aux fluctuations rapides de la pression atmosphérique (bruit). Affiche une lecture (par exemples

L_p ou L_{eq}) exprimée en décibels, avec ou sans pondération, évaluée par l'expression suivante:

$$L_p = 10 \log_{10}[p^2] + 94$$

où p est la pression sonore en pascal (Pa).

2.2.9 Valeur moyenne de niveaux sonores

La valeur moyenne, notée \bar{L}_p , de m niveaux sonores ($L_{p1}, L_{p2}, \dots, L_{pm}$) est évaluée par l'expression suivante:

$$\bar{L}_p = 10 \log_{10} \left[\frac{10^{0.1L_{p1}} + 10^{0.1L_{p2}} + \dots + 10^{0.1L_{pm}}}{m} \right]$$

2.3 INSTRUMENTATION

2.3.1 Sonomètre

Le sonomètre utilisé pour la mesure doit être conforme aux spécifications de la norme ANSI S1.4 ou de la norme CEI 651 pour sonomètre de Type 1 ou de Type 2. Le Type 1 est préférable d'autant plus qu'il n'existe possiblement pas de sonomètre de Type 2 qui puisse être équipé de filtres à bande d'octave (optionnel selon le but des mesures). Le sonomètre doit pouvoir mesurer avec et sans la pondération A. Le sonomètre doit pouvoir évaluer le niveau sonore moyen ou équivalent (L_{eq}). Le sonomètre doit être réglé en mode de réponse rapide ("fast mode") lors de toute mesure en relation avec la présente méthodologie. Le sonomètre doit être muni d'un écran anti-vent ("windscreen") lors de toute mesure.

2.3.2 Filtre à bande d'octave (optionnel)

L'ensemble de filtres doit être conforme aux spécifications de la norme ANSI S1.11 pour filtre de Classe III ou de la norme CEI 225.

2.3.3 Étalonage

L'étalonnage du sonomètre doit être vérifié avant le début des mesures à l'aide d'une source étalon recommandée par le manufacturier du sonomètre.

2.4 ENVIRONNEMENT

2.4.1 Généralités

Le site des mesures doit être de préférence une pièce meublée ou occupée de façon normale. Les fenêtres de la pièce, s'il y a lieu, doivent être fermées lors des mesures; les portes donnant sur d'autres pièces, s'il y a lieu, doivent demeurer ouvertes.

L'équipement de ventilation doit être installé et opéré selon les recommandations du manufacturier.

Il est préférable que seul l'opérateur du sonomètre soit présent dans la pièce lors des mesures.

Il ne devrait y avoir aucune source de bruit autre que l'équipement de ventilation en opération dans la résidence. Prendre garde au bruit de pas, de chuchotement, d'écoulement d'eau, etc. Il serait préférable que les résidents soient absents lors des mesures.

2.4.2 Niveau sonore du bruit ambiant

Il serait préférable que le niveau sonore du bruit ambiant soit inférieur par au moins 10 décibels par rapport au niveau sonore mesuré alors que l'équipement de ventilation est en opération. Cette contrainte est applicable à chacun des points de mesure et en chacune des bandes d'octaves si utilisées. Aucune mesure ne doit être effectuée si cet écart est de moins de 6 décibels.

2.4.3 Stationnarité du bruit ambiant

Les mesures peuvent tout de même avoir lieu lorsque le niveau du bruit ambiant fluctue en autant que l'écart minimal indiqué en 2.4.2 est toujours respecté. Les mesures ne peuvent avoir lieu si les fluctuations sont telles que l'écart minimal indiqué en 2.4.2 n'est pas respecté pendant la période de mesure.

Prendre garde au passage de véhicule isolé, au bruit dû au vent et à toute autre source de bruit soudaine.

2.5 PRISE DE MESURE

Lors des mesures:

- le sonomètre doit être maintenu à bout de bras par son opérateur et de façon que le microphone n'approche aucun objet à moins de 30 cm; l'utilisation d'un trépied est souhaitable (dans ce cas l'opérateur doit se tenir à au moins 50 cm derrière le sonomètre);
- si une personne accompagne l'opérateur, cette personne doit se tenir immédiatement derrière l'opérateur;
- le microphone doit être orienté vers la source du bruit perturbateur.

Le débit d'air devrait être mesuré à l'aide d'un instrument adéquat pour chacune des conditions d'opération pour lesquelles des mesures du niveau sonore sont effectuées.

2.6 ÉVALUATION DE LA GÊNE DUE AU BRUIT

2.6.1 Objet

L'évaluation de la gêne produite par le bruit de l'équipement de ventilation est basée sur l'utilisation des critères de bruit associés aux courbes NC ("noise criteria") [1].

2.6.2 Mesures

2.6.2.1 Paramètre mesuré

Le niveau sonore moyen sur une période d'au moins 30 secondes doit être mesuré en chacune des neuf bandes d'octave comprises entre 31.5 et 8 000 Hz (Hertz). Il ne doit pas être fait usage de la pondération A ou de toute autre pondération lors de ces mesures.

2.6.2.2 Nombre de points de mesure

Le niveau sonore moyen doit être mesuré en trois points fixes, ou plus, répartis dans la pièce. Une alternative consiste à déplacer lentement le sonomètre dans la pièce alors qu'il fait la mesure du niveau sonore équivalent sur au moins 1 minute; le même déplacement doit alors être utilisé pour les mesures dans chacune des bandes d'octave. Les points de mesure doivent être à une hauteur comprise entre 1.2 et 1.5 m au-dessus du sol et distants d'au moins 1 m de toute surface importante telle un mur, et de toute source de bruit.

2.6.3 Analyse

2.6.3.1 Procédure

La valeur moyenne (voir définition en 2.2.9) des niveaux sonores non pondérés A mesurés pour une bande d'octave donnée doit être reportée sur la figure 1 ci-après en regard de la fréquence de cette bande. Procéder ainsi pour chacune des bandes d'octave. Relier les neuf points ainsi reportés sur la figure par des segments de droite. Lire sur la figure le numéro de la première courbe NC qui est toujours au-dessus de la courbe obtenue en reliant les valeurs mesurées (il est permis d'interpoler un indice NC entre deux courbes). L'indice NC ainsi déterminé correspond au bruit de l'équipement de ventilation testé.

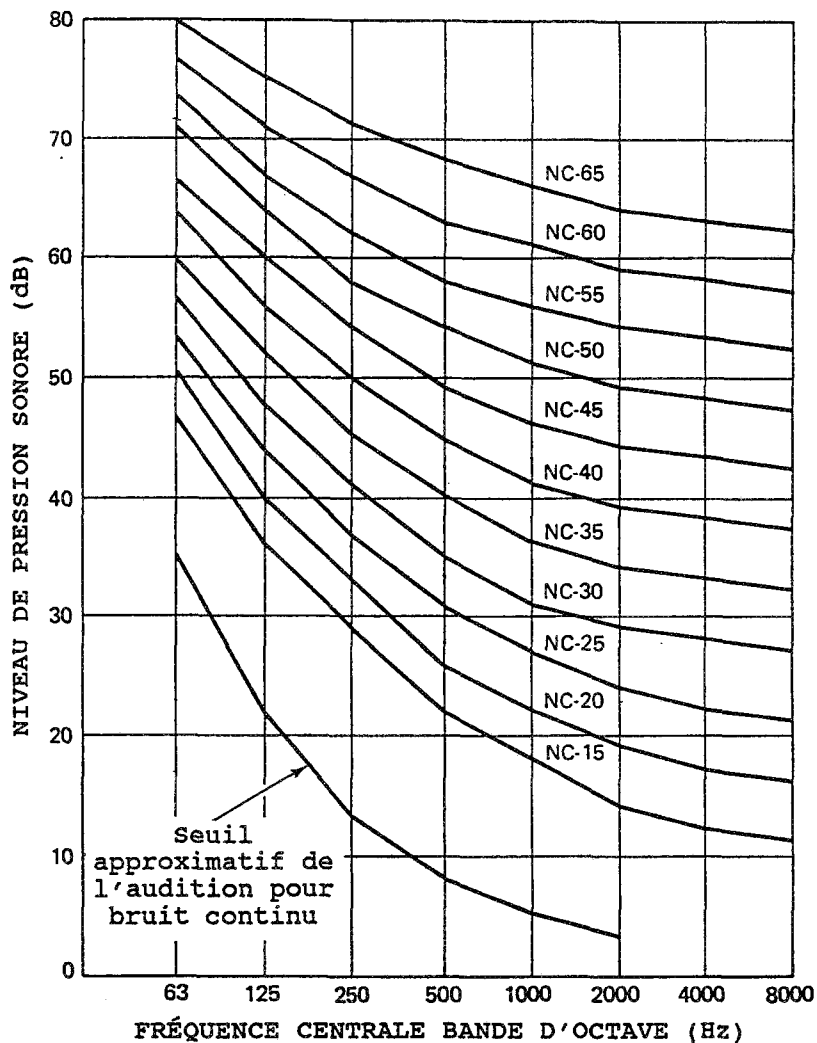


FIGURE 1 Courbes NC [1]

2.6.3.2 Valeurs recommandées

Pour une chambre à coucher, l'indice NC recommandé se situe entre 25 et 40. Les valeurs plus faibles sont typiques de résidence unifamiliales situées en banlieue. Les valeurs plus élevées sont typiques de résidences en milieu urbain bruyant, et/ou de résidences multifamiliales et/ou de moindre qualité.

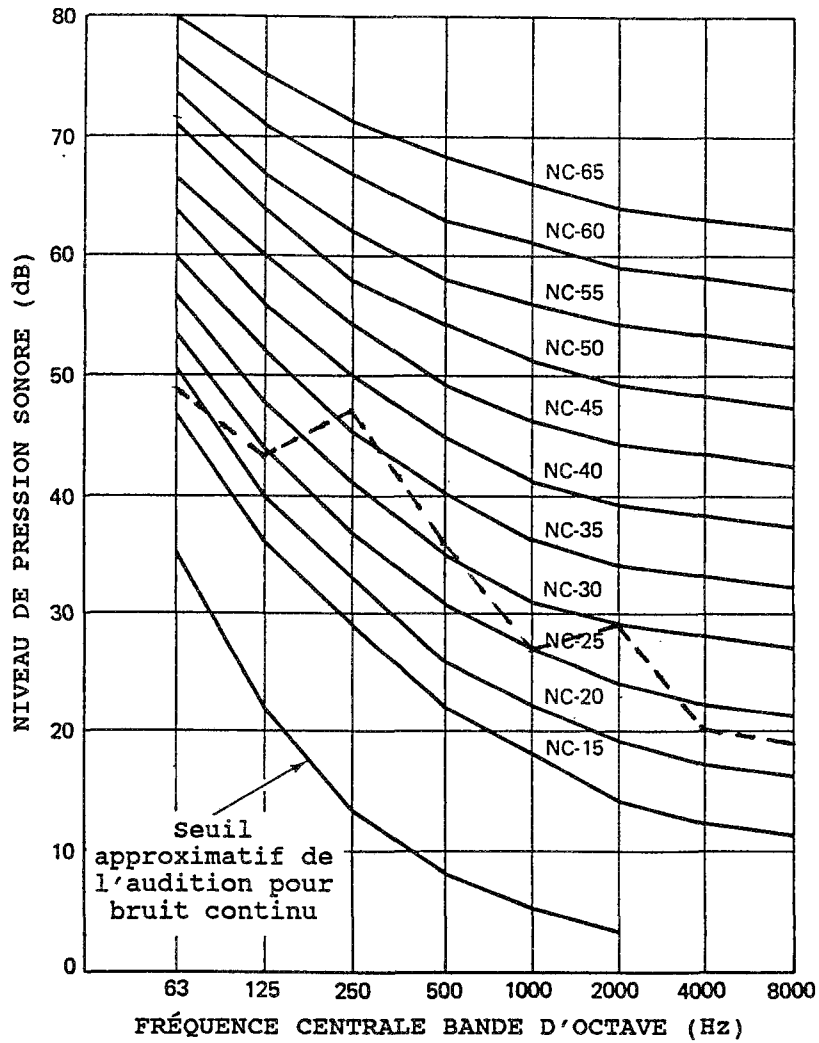
Pour une pièce autre qu'une chambre à coucher l'indice NC recommandé se situe entre 30 et 40. Les valeurs plus faibles sont typiques d'une salle de séjour. Les valeurs plus élevées sont typiques d'une cuisine ou d'une salle de toilette. L'environnement

urbain influence également l'indice NC souhaitable associé à ces pièces.

2.6.3.4 Exemple

Soit à déterminer l'indice NC associé aux mesures suivantes:

fréquence	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
mesure #1	50	47	41	46	38	26	28	22	21
mesure #2	48	52	40	48	36	28	30	20	18
mesure #3	44	46	45	48	34	25	28	18	17
valeur moyenne	48	49	43	47	36	27	29	20	19



RÉSULTAT: indice NC-37

2.7 ESTIMATION DE LA PUISSANCE SONORE

2.7.1 Objet

Les mesures décrites en 2.7.2 ont pour objet l'estimation de la puissance sonore de la source de bruit considérée à l'aide d'un modèle approximatif suggéré par J.D. Quirt [2].

2.7.2 Mesures

2.7.2.1 Paramètres mesurés

Le niveau sonore équivalent sur une période d'au moins 30 secondes doit être mesuré en chacun des points de mesure indiqués en 2.7.2.2. La pondération A est normalement utilisée lors de ces mesures. Le filtre à bande d'octave ne doit pas être utilisé.

Outre les niveaux sonores, l'aire (en m²) du plancher de la pièce où ont lieu les mesures doit être notée.

2.7.2.2 Points de mesure

Le niveau sonore doit être mesuré en cinq points répartis sur deux ou trois lignes droites issues du centre de la source. Pour ce faire il est suggéré de fixer l'extrémité d'une ficelle au centre de la source, de tendre la ficelle dans la direction de mesure souhaitée et de positionner le microphone le long de cette ficelle aux distances spécifiées de la source.

Les mesures doivent avoir lieu à 0.5, 0.7, 1.0, 1.4 et 2.0 m de la source dans chacune des directions de mesure; il est important de respecter ces distances.

Une première direction de mesure serait dans l'axe de la source (par exemple dans l'axe d'une grille de ventilation). Dans la mesure du possible les autres directions devraient être choisies de façon à être à un angle voisin de 45° de la première direction et à être perpendiculaires entre elles.

En autant que possible choisir les directions de mesure de façon qu'aucun point de mesure ne soit à moins de 50 cm d'une paroi dure telle un mur.

2.7.3 Analyse

2.7.3.1 Valeurs moyennes

Calculer, pour une distance donnée, la valeur moyenne des niveaux sonores mesurés à cette distance. Faire de même pour chacune des distances utilisées. Voir 2.2.9.

2.7.3.2 Estimé de la puissance sonore

La puissance sonore (L_w , exprimée en décibels, réf. 1 pico-watt) peut alors être estimée [2] par la formule suivante:

$$L_w = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^n \frac{10^{0.1 \bar{L}_{pi}}}{2.094 r_i^2 + 4/S} \right] - 10 \log_{10} [n]$$

où \bar{L}_{pi} est la valeur moyenne des niveaux sonores mesurés à la distance r_i (en mètre) de la source, S est l'aire (en m^2) du plancher de la pièce, et n est le nombre de points de mesure utilisés dans chacune des directions.

Dans le cas où $n=5$, $r_1=0.5$ m, $r_2=0.7$ m, $r_3=1.0$ m, $r_4=1.4$ m et $r_5=2.0$ m, la formule peut aussi s'écrire sous la forme

$$L_w = 10 \log_{10} \left[\frac{10^{0.1 \bar{L}_{p1}}}{1.91 + 4/S} + \frac{10^{0.1 \bar{L}_{p2}}}{0.97 + 4/S} + \frac{10^{0.1 \bar{L}_{p3}}}{0.48 + 4/S} + \dots \right. \\ \left. \frac{10^{0.1 \bar{L}_{p4}}}{0.24 + 4/S} + \frac{10^{0.1 \bar{L}_{p5}}}{0.12 + 4/S} \right] - 7$$

Note: si les niveaux sonores ont été mesurés avec la pondération A, la puissance estimée est alors aussi pondérée A.

2.7.3.3 Exemple

Soient : $n = 5$ $\bar{L}_{p2} = 103.0$ dBA $\bar{L}_{p5} = 100.5$ dBA
 $S = 4$ m² $\bar{L}_{p3} = 101.7$ dBA
 $\bar{L}_{p1} = 104.6$ dBA $\bar{L}_{p4} = 101.0$ dBA

Alors : $L_w = 100.0$ dBA

2.8 RAPPORT

Un rapport de mesure devrait être produit et contenir les informations minimales suivantes:

- a) objet des mesures
- b) description de la source de bruit:
marque, modèle, débit d'air, vitesse d'opération, schéma de l'installation
- c) description de la pièce où ont eu lieu les mesures:
dimensions, description de l'aménagement, position de la source, positions des points de mesure
- d) identification de l'instrumentation de mesure:
marque, modèle
- e) vérification de l'étalonnage du sonomètre
- f) description des mesures:
objet, points de mesure, paramètres mesurés
- g) résultats détaillés de toutes les mesures
- h) résultats de tous les calculs
- i) observations pertinentes de l'opérateur lors des mesures
- j) identification de l'opérateur

2.9 RÉFÉRENCES

1. Beranek L.L., Noise and Vibration Control, McGraw-Hill Book Co, NewYork, 1971.
2. Quirt J.D., 1992, Mesure en service de l'intensité sonore de ventilateurs résidentiels, SCHL.

3.0 TESTS PORTANT SUR DEUX UNITÉS DE VENTILATION

Deux types de tests ont été réalisés. Le premier test visait à déterminer la puissance acoustique ou sonore de chacune des deux unités sur banc d'essai. Le second visait à estimer la puissance sonore et à évaluer la gêne due au bruit de chacune des unités en service. Ces tests seront présentés après une brève description des ventilateurs étudiés.

3.1 DESCRIPTION DES UNITÉS TESTÉES

Les deux unités testées sont des ventilateurs résidentiels à récupération de chaleur (VRC). Les fonctions de ces ventilateurs qui intéressent l'étude sont de faire circuler l'air à l'intérieur de la résidence et d'effectuer un échange d'air avec l'extérieur; l'air frais aspiré de l'extérieur est réchauffé par l'air vicié expulsé, de l'intérieur de la résidence, dans un échangeur de chaleur compris dans l'unité. Le boîtier d'une unité renferme un ou deux ventilateurs, l'échangeur de chaleur, un filtre d'air et des circuits de contrôle électroniques. Quatre conduites sont reliées au boîtier; deux servent à l'échange d'air avec l'extérieur (apport d'air frais et évacuation d'air vicié) et deux autres servent à la circulation de l'air dans la résidence (distribution d'air frais et aspiration d'air vicié). Les conduites de distribution et d'aspiration d'air à l'intérieur de la résidence peuvent chacune être reliées à plus d'une grille située dans différentes pièces.

Le boîtier d'un VRC est habituellement placé dans une pièce où ne séjournent pas les résidents, telle le garage ou une pièce de rangement au sous-sol. Ainsi, le bruit irradié par le boîtier même n'est généralement pas une nuisance. Le bruit issu des grilles de distribution et d'aspiration dans les pièces peuvent éventuellement être une source de gêne sonore.

L'une des deux unités testées comporte un ventilateur à deux vitesses d'opération; la haute vitesse est sélectionnée automatiquement lorsque l'appareil échange de l'air avec l'extérieur. Le bruit produit par cette unité pourrait donc être fonction du mode d'opération; des tests ont été réalisés pour chacune des deux vitesses.

3.2 MESURES DE LA PUISSANCE ACOUSTIQUE

3.2.1 Méthodologie

La puissance acoustique ou sonore d'une source peut être mesurée par deux types de méthode selon le paramètre acoustique qui est mesuré. Il y a la méthode par intensimétrie qui utilise la mesure de l'intensité acoustique vectorielle, et il y a les méthodes qui utilisent la mesure de la pression acoustique scalaire dans différents environnements.

L'Association Canadienne de Normalisation (ACNOR) a adopté une norme (CSA-C260-M90) concernant l'évaluation des performances des équipements de ventilation mécanique résidentielle. A la section 5 de cette norme sont spécifiés la procédure à suivre et les critères de la mesure de la puissance acoustique via la mesure de la pression sonore en salle réverbérante, donc en laboratoire.

La méthode utilisant l'intensimétrie a été adoptée dans la présente étude. Cette méthode ne nécessite pas une salle d'essai qui présente un environnement de laboratoire et peut être appliquée, sous certaines conditions, en présence d'autre source de bruit. Cette méthode a donc l'avantage d'être moins contraignante.

La puissance sonore d'une source est obtenue en intégrant la composante normale de l'intensité acoustique sur une surface imaginaire qui enferme complètement la source. En pratique cette surface imaginaire est divisée en plusieurs sections de forme simple; la puissance sonore s'obtient alors en sommant sur ces sections le produit de la composante normale de l'intensité par l'aire de la section.

3.2.2 Site, banc d'essai et équipements de mesure

3.2.2.1 Description du site

Les mesures de la puissance ont eu lieu dans une salle de conférence au rez-de-chaussée d'un immeuble à bureaux. Les dimensions de cette salle sont une longueur de 8.5 m, une largeur de 5.5 m et une hauteur de 2.5 m. La surface des murs de ce local est faite de gypse, le plancher est une dalle de béton recouverte d'un tapis ras sans sous-tapis, et le plafond suspendu est fait de tuiles acoustiques. La porte de ce local donne sur un vestibule lequel donne sur l'extérieur via une porte vitrée. Lors des mesures les locaux adjacents étaient inoccupés; aucun bruit en

provenance de ces locaux n'était audible dans la salle d'essai. La ventilation et l'éclairage par fluorescents dans la salle d'essai ont été interrompus lors des mesures pour abaisser au maximum le niveau du bruit ambiant. Ce niveau était typiquement de l'ordre de 29 dBA. Le bruit produit par la circulation occasionnelle de véhicules lourds sur la rue adjacente à l'édifice était bien audible dans la salle d'essai; la mesure qui avait lieu lors du passage d'un tel véhicule a été rejetée et reprise après le passage du véhicule.

3.2.2.2 Description du banc d'essai

Le banc d'essai utilisé se voulait être comparable à celui proposé à la section 5.2.7 de la norme C260. Ce banc tente de reproduire les conditions de l'installation type rencontrée dans une résidence réelle. Il a pour but de simuler le bruit produit dans les pièces occupées d'une résidence par une combinaison de la vibration des surfaces de la pièce (murs, planchers, etc) et le bruit aérien transmis dans les conduites.

L'unité de ventilation faisant l'objet du test fut placée à l'intérieur d'une enceinte fermée. La figure 2 présente une vue globale de l'enceinte et du banc d'essai. Les figures 3 à 8 sont des photographies montrant différentes vues ou parties du banc d'essai.

Les parois de l'enceinte fermée étaient faites d'un contre-plaqué d'une épaisseur de 19 mm. Le plancher, le dessus et les parois percées par les conduites étaient fixées à des montants de bois de 38 X 89 mm espacés de 400 mm. Les deux autres parois n'étaient fixées à l'enceinte que sur leurs périphéries. Les feuilles de contre-plaqué étaient fixées par des clous distants d'environ 200 mm sauf pour une paroi qui était fixée à l'aide de vis pour permettre d'accéder à l'intérieur de l'enceinte. Une laine de verre de 25 mm en épaisseur a été appliquée sur trois des quatre parois verticales et sur le plancher à l'intérieur de l'enceinte. Tous les joints intérieurs ont été scellés avec un scellant qui ne durcit pas; un joint en caoutchouc synthétique a été utilisé sur la périphérie de la paroi qui donnait accès à l'intérieur de l'enceinte. Des pièces d'un matériau résilient ont été placées entre l'enceinte et le plancher, aux quatre coins.

L'unité de ventilation était suspendue à la paroi du dessus de l'enceinte à l'aide de quatre ensembles chaîne/ressort fournis par le fabricant de l'unité. Cette façon d'installer l'unité est une des méthodes recommandées par le fabricant et a pour but de minimiser la transmission de vibrations à la structure.

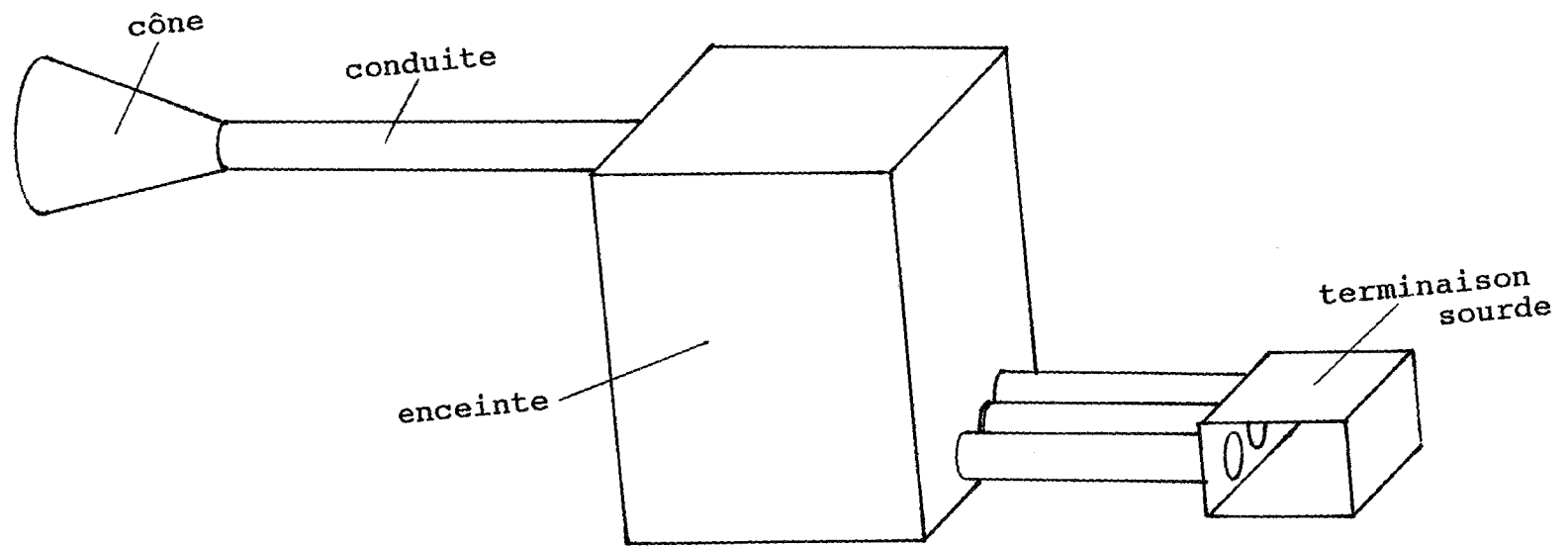


FIGURE 2 Vue d'ensemble du banc d'essai



FIGURE 3 Vue de gauche du banc d'essai
(conduite à extrémité libre, enceinte
montrée ouverte, terminaison sourde)



FIGURE 4
Vue de droite du
banc d'essai
(enceinte ouverte)



FIGURE 5 Terminaison sourde



FIGURE 6

Installation d'une unité
dans l'enceinte



FIGURE 7 Vue d'un des cônes utilisé



FIGURE 8
Vue de la grille utilisée

Les conduites utilisées à l'intérieur de l'enceinte étaient de plastique flexible fournies par le fabricant. Les conduites à l'extérieur de l'enceinte étaient faites de tôle rigide, avaient une longueur de 1500 mm et un diamètre d'environ 150 ou 200 mm selon l'unité testée. Ces unités sont normalement installées avec des conduites de plastique flexibles; ici l'utilisation de conduites en métal a pour but de se conformer le plus possible à la procédure de la norme C260.

Lors des essais les conduites utilisées normalement pour l'échange d'air avec l'extérieur ont toujours été dirigées vers la terminaison sourde (voir figure 5). Une troisième conduite était dirigée vers cette terminaison; cette conduite était reliée soit à l'orifice de distribution d'air frais de l'unité, soit à l'orifice d'aspiration d'air vicié, selon les besoins du test. La quatrième conduite, reliée à l'orifice restante de l'unité, débouchait dans la salle d'essai et était terminée soit par un cône, soit par une grille standard fournie avec l'unité de ventilation, ou voyait son extrémité libre simplement ouverte sur la salle. L'utilisation d'un cône est requis dans la norme C260 (le but de l'utilisation d'un cône est de réduire la turbulence de l'air produite à l'extrémité de la conduite). Les cônes utilisés lors des essais avaient les dimensions indiquées à la figure 9; chaque unité n'a été testée qu'avec le cône dont le petit diamètre correspond au diamètre de la conduite standard de l'unité concernée.

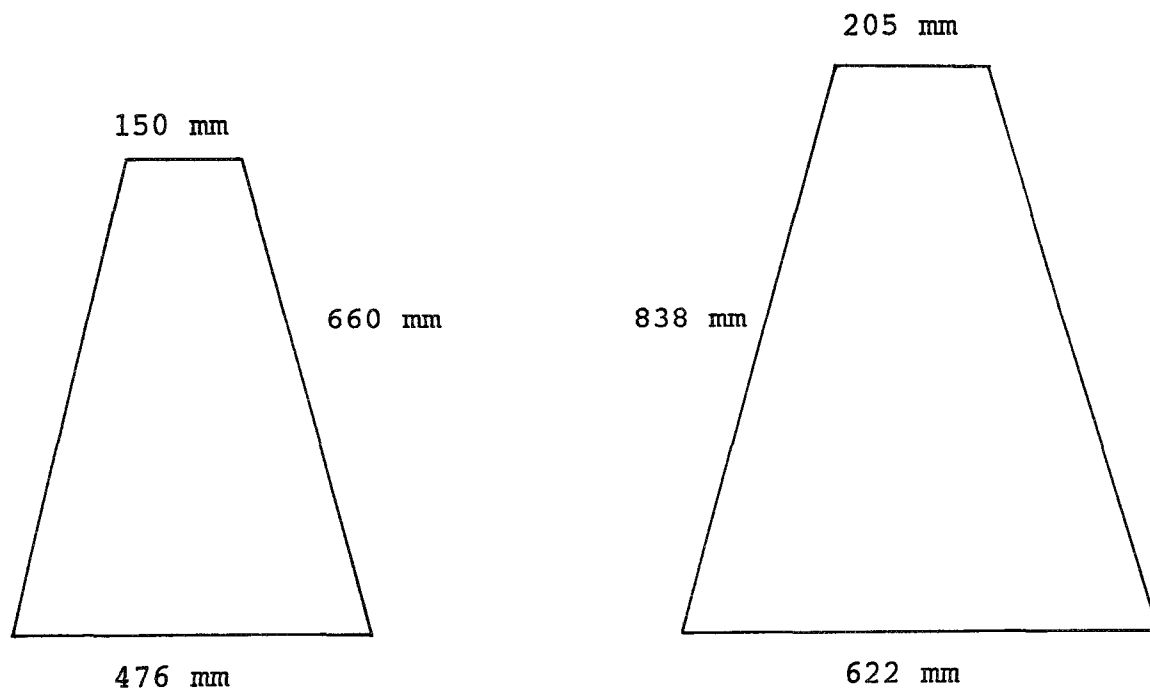


FIGURE 9 Dimensions des cônes utilisés

La terminaison sourde utilisée n'était qu'une conduite rectangulaire faite de contre-plaqué de 19 mm d'épaisseur, dont les dimensions étaient de 500 X 500 mm sur une longueur de 1200 mm, ouverte aux deux extrémités, et dont trois des faces intérieures étaient recouvertes de laine de verre de 25 mm d'épaisseur. Cette terminaison n'était pas anéchoïque comme demandée dans la norme C260. Puisque la puissance sonore lors de nos essais fut mesurée par intensimétrie, l'utilisation d'une terminaison anéchoïque n'était pas essentielle contrairement à ce qui est le cas pour la méthode proposée dans la norme C260.

3.2.2.3 Instruments de mesure

Les mesures d'intensimétrie ont été faites à l'aide des instruments suivants:

- intensimètre Brüel & Kjær modèle 2134
- sonde à double microphone Brüel & Kjær modèle 3519
- source étalon Brüel & Kjær modèle 4230
- ordinateur Hewlett Packard (gestion des données)

Cet intensimètre évalue l'intensité instantanée par calculs dans le domaine du temps suivi d'un filtrage numérique; la résolution choisie des filtres fut les bandes tiers d'octave.

La gamme dynamique de cet instrument n'est que de 60 dB. La pondération A n'a pas été appliquée lors des mesures mais lors du traitement des données dans l'ordinateur. La raison de ceci est que cet intensimètre applique la pondération par l'utilisation de filtres analogiques. Ces filtres introduisent une différence artificielle de phase entre les signaux issus des microphones et produisent donc une erreur de biais dans la mesure de l'intensité acoustique.

La sonde était munie de deux microphones Brüel & Kjær modèle 4165 de 12 mm en diamètre accordés en phase par le manufacturier et placés dans la configuration face à face. L'écartement entre les microphones fut de 50 mm pour les mesures dans les bandes de 50 à 800 Hz, et de 12 mm pour les mesures dans les bandes 1000 à 5000 Hz.

L'étalonnage des voies de mesure a été vérifié au début et périodiquement au cours des mesures à l'aide de la source étalon.

L'ordinateur a acquis les données de l'intensimètre, a appliqué la pondération A sur ces données et a fait les calculs de la puissance sonore, le tout sous contrôle d'un logiciel propre au consultant.

3.2.3 Description des essais effectués

Pour de telles unités de ventilation la norme C260 demande que la puissance sonore de l'unité soit mesurée dans deux configurations: dans l'une, la conduite de distribution d'air frais débouche dans la salle d'essai et la conduite d'aspiration d'air vicié débouche dans la terminaison anéchoïque; dans la seconde configuration, la conduite d'aspiration d'air vicié débouche dans la salle d'essai et la conduite de distribution d'air frais débouche dans la terminaison anéchoïque. De cette répétition de la mesure deux valeurs pour la puissance sonore sont obtenues; la norme précise que la plus élevée de ces valeurs doit être retenue pour caractériser l'unité de ventilation.

Les mesures réalisées lors de l'étude ont voulu respecter le plus possible la méthodologie de la norme C260. Ainsi les mesures pour une même unité ont été répétées. A la première occasion la conduite de distribution d'air frais était incluse dans la surface de mesure et pas la conduite d'aspiration d'air vicié. A la seconde occasion la conduite d'aspiration d'air vicié était incluse dans la surface de mesure et pas la conduite de distribution d'air frais.

Puisque l'une des unités pouvait opérer à deux vitesses (du moins l'un de ses ventilateurs), cette unité, qui sera désignée comme étant l'unité numéro 2, a fait l'objet de mesures de puissance pour ses deux vitesses d'opération. L'autre unité, désignée par unité numéro 1, n'a qu'une vitesse d'opération.

Par ailleurs, trois terminaisons différentes pour la conduite qui débouchait dans la salle d'essai ont été utilisées avec l'unité numéro 2 fonctionnant à haute vitesse. Ces terminaisons furent soit un cône (pour les dimensions voir figure 9), soit une grille standard fournie par le fabricant, soit aucun dispositif fixé à l'extrémité de la conduite (terminaison libre).

Ainsi donc cinq tests de mesure de la puissance sonore ont été réalisés, chacun d'eux portant sur deux configurations différentes pour les conduites. Le tableau 1 résume l'identification des tests effectués.

Tableau 1. Identification des tests effectués

numéro test	numéro unité	vitesse d'opération	type de terminaison	conduite considérée
1D	2	basse	cône	D
1A	2	basse	cône	A
2D	2	haute	cône	D
2A	2	haute	cône	A
3D	2	haute	libre	D
3A	2	haute	libre	A
4D	2	haute	grille	D
4A	2	haute	grille	A
5D	1	-	cône	D
5A	1	-	cône	A

Notes: D = conduite de Distribution d'air frais

A = conduite d'Aspiration d'air vicié

La surface imaginaire de mesure, qui doit enfermer en totalité les sources de bruit dont on évalue la puissance, incluait l'enceinte fermée et la conduite qui débouchait dans la salle d'essai. La conduite qui n'était pas incluse dans la surface de mesure était toujours dirigée vers la terminaison sourde. La conduite qui était incluse dans la surface de mesure fut toujours celle qui sortait dans le haut de l'enceinte fermée (voir figure 2): les raccordements des conduites flexibles à l'intérieur de l'enceinte étaient modifiés selon les besoins.

Il est répété que les conduites assurant l'échange d'air avec l'extérieur (dans le cas d'une installation réelle) étaient toujours reliées à la terminaison sourde. Le bruit produit par ces conduites n'a jamais été pris en compte dans les mesures de la puissance sonore.

La surface de mesure fut divisée en trois ou quatre composantes. La première fut une boîte qui ne contenait que l'enceinte fermée. Les dimensions de cette boîte étaient celles de l'enceinte augmentée de 200 mm dans chacune des directions horizontales et de 100 mm pour ce qui est de la hauteur. La mesure de l'intensité normale sur cette boîte a été faite en 329 points fixes distants de 200 mm entre eux et distants de 100 mm de l'enceinte. La deuxième composante fut un cylindre qui entourait la conduite incluse dans la surface de mesure. La mesure de l'intensité normale sur cette

surface a été faite en 20 points fixes répartis uniformément sur quatre sections de cylindre et distants de 100 mm de la conduite. La troisième composante fut un disque placé à 100 mm en face de l'ouverture de la conduite, du cône ou de la grille, selon le cas, et son diamètre fut égal à celui de l'ouverture plus 200 mm. L'intensité normale sur ce disque a été mesurée par balayage (lent déplacement continu de la sonde comme pour balayer toute l'aire de mesure) sur 2 demi-disques d'aires égales. Lorsqu'un cône était fixé à la conduite une quatrième composante était utilisée. Ce fut un cône de mesure dont le diamètre assurait un dégagement de 100 mm par rapport au cône réel fixé à la conduite. La mesure de l'intensité normale au cône fut mesurée en 10 points fixes réparties sur deux sections de façon à diviser l'aire du cône en dix parties égales. Ainsi donc 351 ou 361 points de mesure au total furent utilisés à chaque test pour mesurer la puissance sonore.

En chacun des points de mesure l'intensité fut mesurée pour les bandes tiers d'octave de 50 à 5 000 Hz¹. Le temps de mesure en chacun des points fut de 8 secondes. Toutes les mesures ont été répétées pour vérifier les résultats.

3.2.4 Résultats des mesures

3.2.4.1 Puissance

Les résultats des mesures de puissance acoustique sont présentés sous forme de tableaux et de graphiques. Les résultats sont exprimés en décibels pondérés A, référés à un pico-watt. Chacun des résultats présentés est la valeur moyenne de deux mesures. L'écart, en chacune des bandes tiers d'octave, entre les résultats d'une mesure et de sa répétition fut d'au maximum 0.5 dBA pour toutes les composantes faisant l'objet de mesure à l'exception de l'enceinte renfermant l'unité de ventilation; il en sera question

¹. La norme C260 demande de mesurer pour les bandes de 50 à 10 000 Hz. Alors que la mesure de la pression sonore jusqu'à 10 000 Hz n'implique aucun travail supplémentaire avec l'instrumentation moderne, la mesure de l'intensité au-delà de 5 000 Hz nécessite un changement de l'écartement entre les microphones et un changement de la taille des microphones. Ceci implique donc une mesure additionnelle de la puissance sur l'ensemble des points de mesure, donc un travail supplémentaire considérable. Les mesures ont été limitées à 5 000 Hz compte tenu de ce fait et sachant que le type d'unités testées produit que peu de bruit à plus hautes fréquences (voir les mesures de pression en service au paragraphe 3.3).

au paragraphe 3.2.5.

Le résultat de la mesure pour certaines composantes et pour certaines bandes de fréquences est une puissance négative; ceci indique qu'à ces fréquences la composante absorbe plus d'énergie sonore qu'elle n'en produit. Ce phénomène a principalement été observé sur l'enceinte renfermant l'unité à des fréquences supérieures à 200 Hz. Les valeurs négatives de la puissance n'ont pas été comptabilisées dans le calcul de la puissance globale.

La puissance sonore en certaines hautes fréquences n'a pu être déterminée et ce principalement sur l'enceinte. Cette incapacité résulte des caractéristiques de l'analyseur utilisé. Cet appareil ne peut mesurer l'intensité avec la pondération A, ce qui atténuerait les amplitudes aux très basses fréquences. Fonctionnant sans la pondération A, la gamme de mesure de l'appareil doit être ajustée de façon à accommoder les souvent fortes amplitudes à ces basses fréquences, pour éviter la surcharge ("overload"), au détriment des plus faibles amplitudes en hautes fréquences. Ainsi et compte tenu de la gamme dynamique de 60 dB de l'appareil, il arrive que les amplitudes de l'intensité en hautes fréquences soient plus faibles que la limite inférieure de la gamme de mesure et ne peuvent donc être mesurées. L'analyseur signale alors pour ces fréquences une amplitude maximale qui correspond au seuil de sa gamme de mesure. Les résultats pour les mesures où ceci a eu lieu ne sont pas produits dans ce rapport et n'ont pas été pris en compte. Puisque cette incapacité a eu lieu principalement sur l'enceinte alors que nous savons qu'elle ne produit que peu de bruit en hautes fréquences, cette incapacité n'a probablement que peu d'incidence sur le résultat de la puissance sonore combinée de l'enceinte et de la conduite.

Les tableaux 2 à 6 et les figures 10 à 14 présentent les résultats de mesure pour chacun des tests. Les courbes sur ces figures correspondent aux valeurs indiquées dans les deux dernières colonnes du tableau qui est associé au même test que la figure. La norme C260 précise que la puissance sonore globale à attribuer à l'unité testée est la plus élevée de celles associées à ces deux courbes.

Les débits mesurés sur la conduite d'aspiration d'air vicié sont les suivants:

- unité no 1: 125 L/s
- unité no 2
 - haute vitesse: 53 L/s
 - basse vitesse: 40 L/s

Tableau 2. Résultats du test no 1
(unité 2, basse vitesse, avec cône)

FRÉQUENCE (Hz)	PUISSANCE MESURÉE (dBA)			TOTAL (dBA)	
	ENCEINTE (1)	CONDUITE D (2)	CONDUITE A (3)	(1)+(2)	(1)+(3)
50	13.7	(-7.2)	(-6.6)	13.7	13.7
63	10.6	17.0	11.1	17.9	13.9
80	18.6	28.3	24.3	28.7	25.3
100	20.0	25.1	25.0	26.3	26.2
125	29.4	29.6	31.0	32.5	33.3
160	16.5	34.2	38.3	34.3	38.3
200	(-30.0)	37.2	42.7	37.2	42.7
250	(-25.8)	34.6	39.6	34.6	39.6
315	(-30.5)	35.5	45.1	35.5	45.1
400	(-23.6)	35.2	37.3	35.2	37.3
500	(-17.8)	30.1	34.8	30.1	34.8
630	(-23.1)	30.8	30.7	30.8	30.7
800	n.d.	22.3	28.1	22.31	28.1
1000	n.d.	n.d.	26.0	n.d.	26.0
1250	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1600	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2500	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
3150	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
4000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
5000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TOTAL	30.5	43.4	49.0	43.6	49.1

Notes: 1) les valeurs entre parenthèses n'ont pas été prises en compte dans le calcul des totaux;
2) n.d. signifie donnée non disponible (voir le texte).

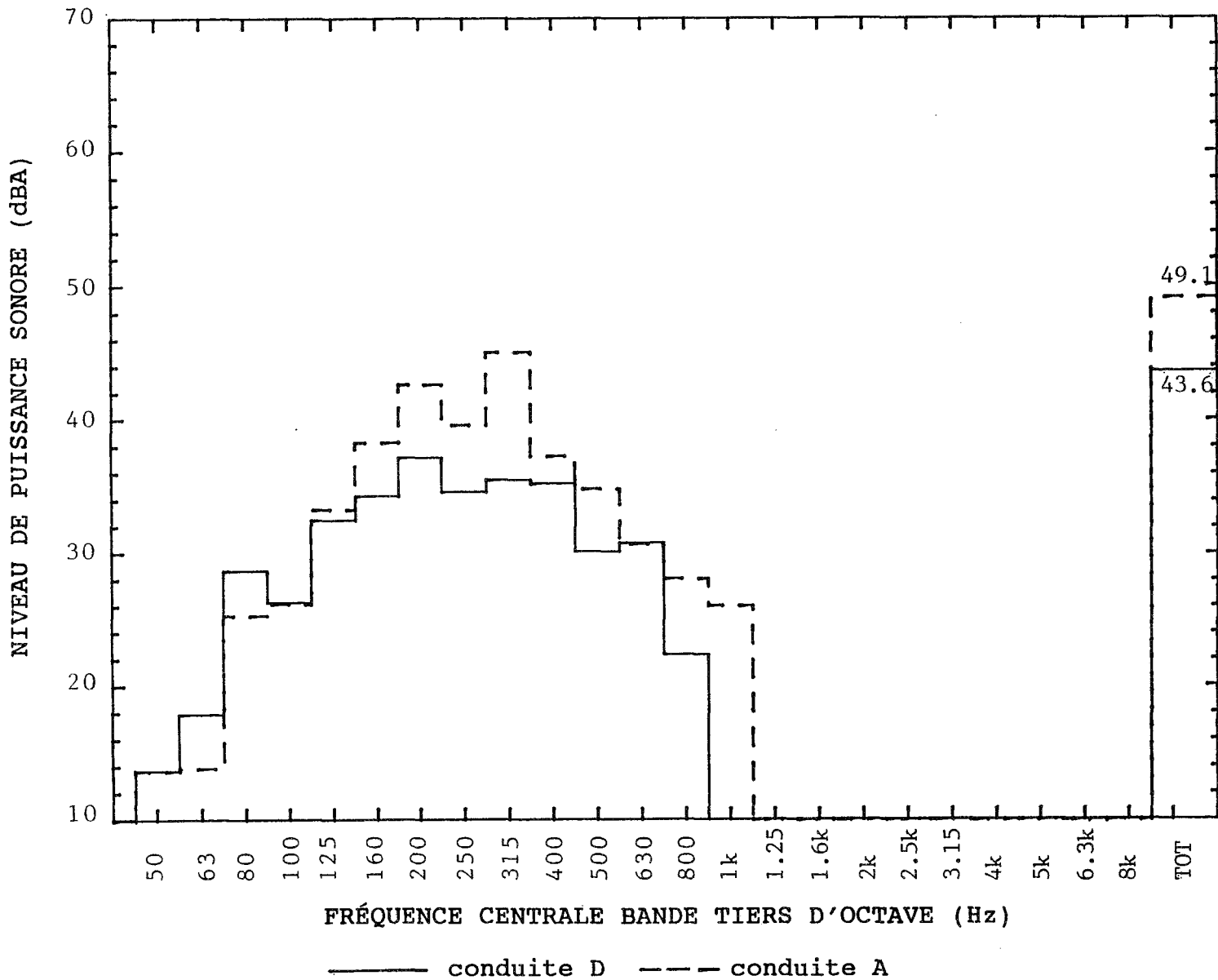


FIGURE 10 Résultats du test no 1
(unité 2, basse vitesse, avec cône)

Tableau 3. Résultats du test no 2
(unité no 2, haute vitesse, avec cône)

FRÉQUENCE (Hz)	PUISSANCE MESURÉE (dBA)			TOTAL (dBA)	
	ENCEINTE (1)	CONDUITE D (2)	CONDUITE A (3)	(1)+(2)	(1)+(3)
50	18.4	(-3.3)	7.1	18.4	18.7
63	19.9	22.2	16.6	24.2	21.6
80	25.5	34.9	26.6	35.4	29.1
100	27.6	31.3	29.1	32.8	31.4
125	36.5	35.3	35.4	39.0	39.0
160	30.1	40.0	42.6	40.4	42.8
200	(-29.5)	43.8	45.9	43.8	45.9
250	(-24.1)	41.0	45.7	41.0	45.7
315	(-33.5)	42.7	51.9	42.7	51.9
400	(-29.5)	43.3	44.6	43.3	44.6
500	(-23.6)	38.3	40.8	38.3	40.8
630	(-25.1)	35.0	37.2	35.0	37.2
800	n.d.	n.d.	31.6	n.d.	31.6
1000	n.d.	n.d.	33.4	n.d.	33.4
1250	n.d.	n.d.	30.6	n.d.	30.6
1600	n.d.	n.d.	28.4	n.d.	28.4
2000	n.d.	n.d.	29.3	n.d.	29.3
2500	n.d.	n.d.	29.3	n.d.	29.3
3150	n.d.	n.d.	28.4	n.d.	28.4
4000	n.d.	n.d.	27.5	n.d.	27.5
5000	n.d.	n.d.	27.0	n.d.	27.0
TOTAL	38.2	50.2	54.9	50.5	55.0

Notes: 1) les valeurs entre parenthèses n'ont pas été prises en compte dans le calcul des totaux;
2) n.d. signifie donnée non disponible (voir le texte).

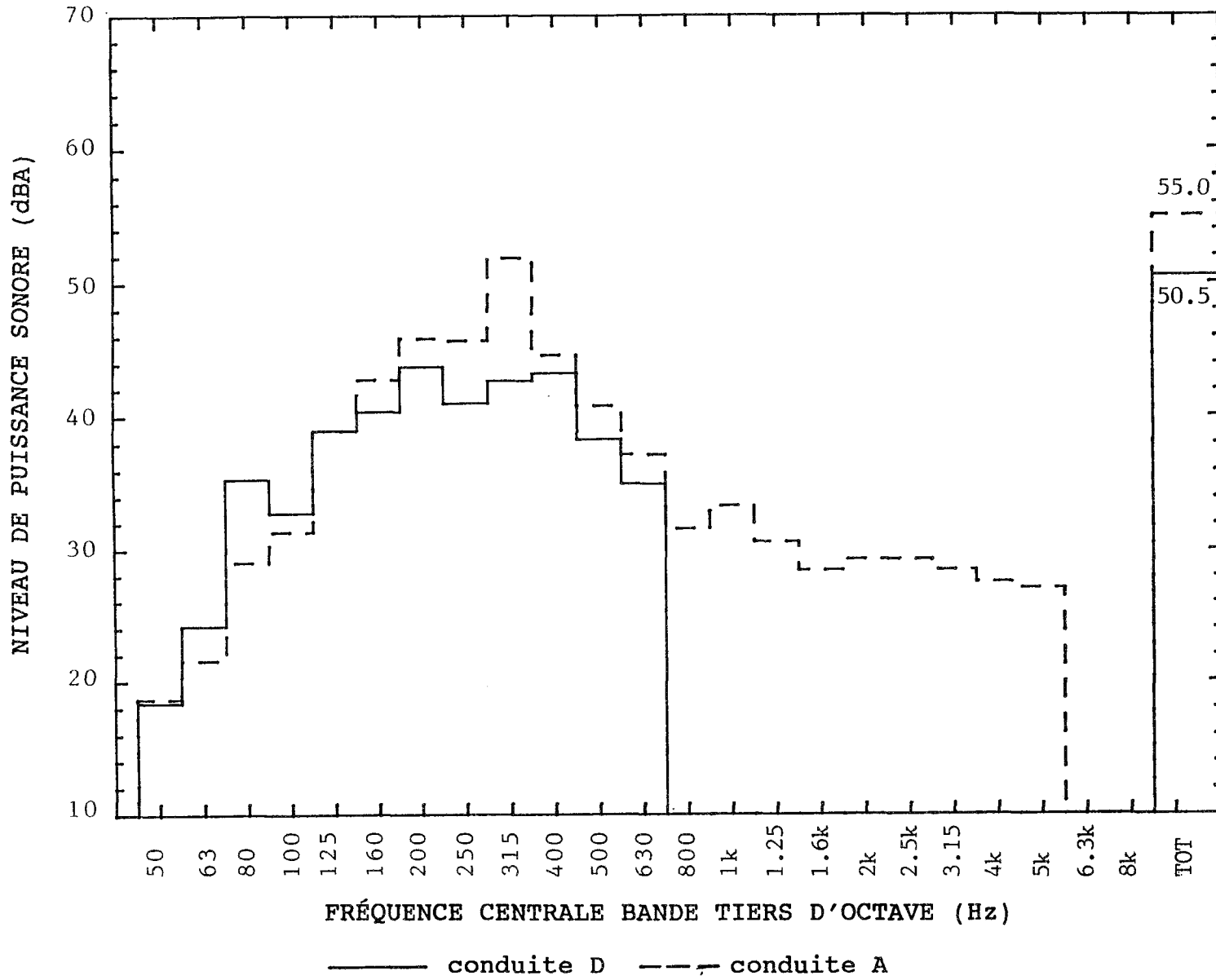


FIGURE 11 Résultats du test no 2
 (unité no 2, haute vitesse, avec cône)

Tableau 4. Résultats du test no 3
(unité no 2, haute vitesse, conduite libre)

FRÉQUENCE (Hz)	PUISSANCE MESURÉE (dBA)			TOTAL (dBA)	
	ENCEINTE (1)	CONDUITE D (2)	CONDUITE A (3)	(1)+(2)	(1)+(3)
50	18.4	(-11.1)	(-6.5)	18.4	18.4
63	19.9	14.2	10.5	20.9	20.4
80	25.5	28.5	22.3	30.3	27.2
100	27.6	30.0	26.8	32.0	30.2
125	36.5	29.4	27.8	37.3	37.0
160	30.1	28.1	32.7	32.2	34.6
200	(-29.5)	30.3	32.6	30.3	32.6
250	(-24.1)	33.0	39.3	33.0	39.3
315	(-33.5)	36.3	46.3	36.3	46.3
400	(-29.5)	35.4	37.0	35.4	37.0
500	(-23.6)	31.5	34.9	31.5	34.9
630	(-25.1)	28.8	31.9	28.8	31.9
800	n.d.	24.9	28.9	24.9	28.9
1000	n.d.	20.3	29.7	20.3	29.7
1250	n.d.	16.0	20.9	16.0	20.9
1600	n.d.	17.9	24.9	17.9	24.9
2000	n.d.	17.0	27.7	17.0	27.7
2500	n.d.	18.6	29.4	18.6	29.4
3150	n.d.	17.8	28.2	17.8	28.2
4000	n.d.	n.d.	26.4	n.d.	26.4
5000	n.d.	n.d.	25.6	n.d.	25.6
TOTAL	38.2	42.3	48.5	43.7	48.9

Notes: 1) les valeurs entre parenthèses n'ont pas été prises en compte dans le calcul des totaux;
2) n.d. signifie donnée non disponible (voir le texte).

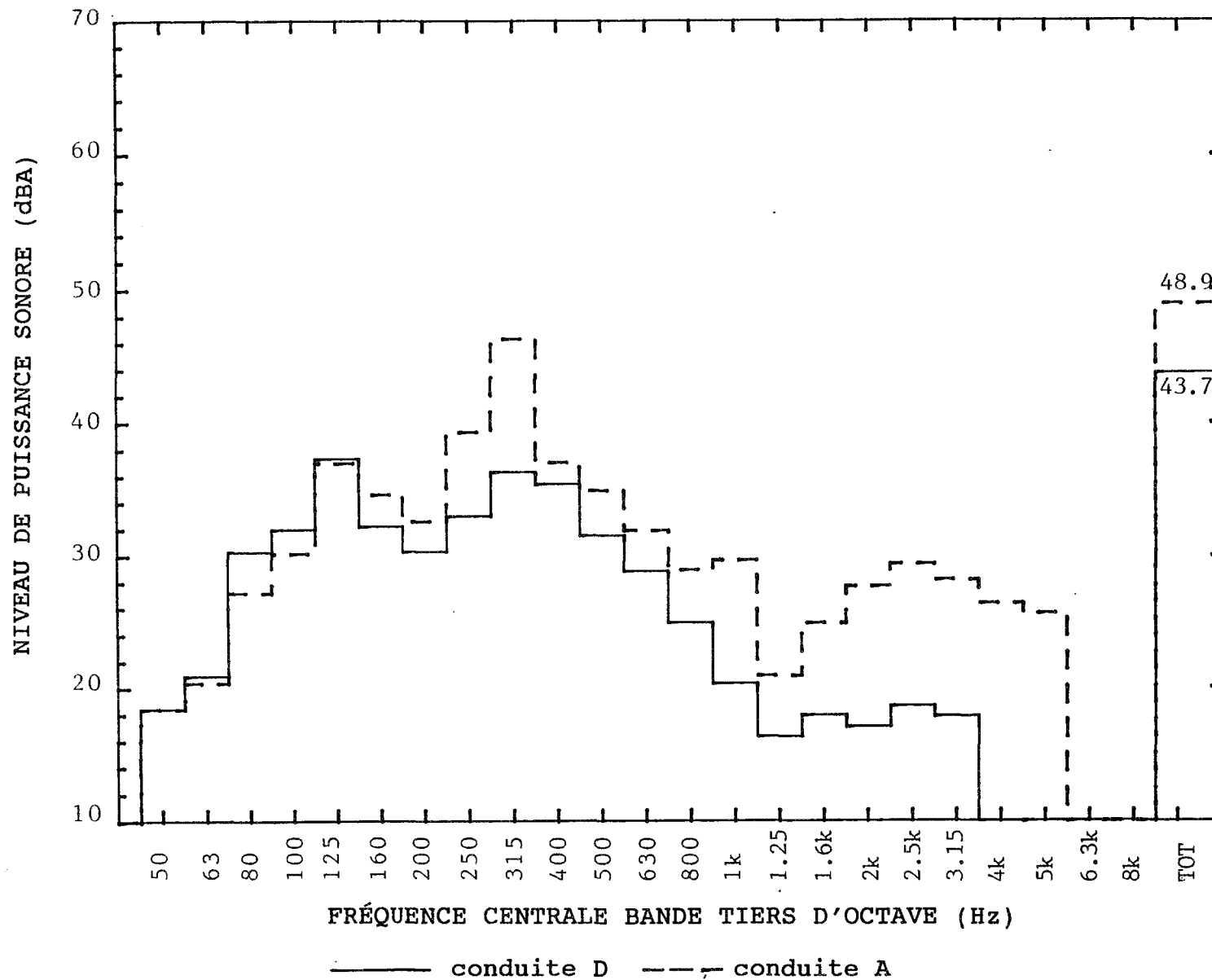


FIGURE 12 Résultats du test no 3
 (unité no 2, haute vitesse, conduite libre)

Tableau 5. Résultats du test no 4
(unité no 2, haute vitesse, avec grille)

FRÉQUENCE (Hz)	PUISSANCE MESURÉE (dBA)			TOTAL (dBA)	
	ENCEINTE (1)	CONDUITE D (2)	CONDUITE A (3)	(1)+(2)	(1)+(3)
50	18.4	5.0	1.7	18.6	18.5
63	19.9	16.9	10.1	21.7	20.3
80	25.5	29.7	22.3	31.1	27.2
100	27.6	29.3	25.6	31.5	29.7
125	36.5	29.7	28.4	37.3	37.1
160	30.1	28.4	33.0	32.3	34.8
200	(-29.5)	30.2	32.7	30.2	32.7
250	(-24.1)	32.9	38.9	32.9	38.9
315	(-33.5)	36.3	46.5	36.3	46.5
400	(-29.5)	35.3	37.3	35.3	37.3
500	(-23.6)	31.9	35.0	31.9	35.0
630	(-25.1)	30.3	32.2	30.3	32.2
800	n.d.	25.8	30.2	25.8	30.2
1000	n.d.	19.6	29.5	19.6	29.5
1250	n.d.	18.1	21.6	18.1	21.6
1600	n.d.	17.2	26.1	17.2	26.1
2000	n.d.	16.7	26.8	16.7	26.8
2500	n.d.	15.6	26.8	15.6	26.8
3150	n.d.	16.5	26.1	16.5	26.1
4000	n.d.	n.d.	23.9	n.d.	23.9
5000	n.d.	n.d.	22.8	n.d.	22.8
TOTAL	38.2	42.4	48.6	43.8	49.0

Notes: 1) les valeurs entre parenthèses n'ont pas été prises en compte dans le calcul des totaux;
2) n.d. signifie donnée non disponible (voir le texte).

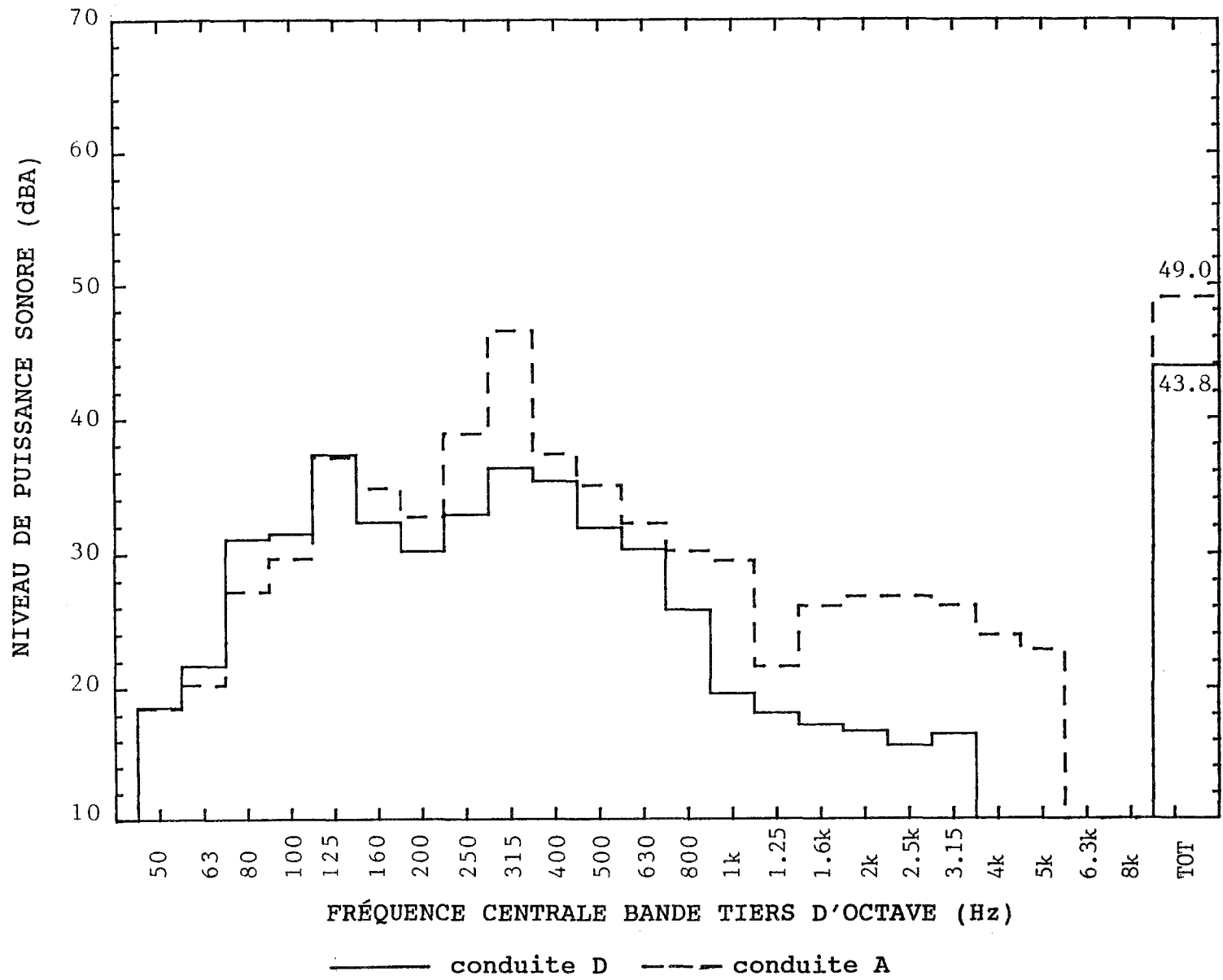


FIGURE 13 Résultats du test no 4
 (unité no 2, haute vitesse, avec grille)

Tableau 6. Résultats du test no 5
(unité no 1, avec cône)

FRÉQUENCE (Hz)	PUISSANCE MESURÉE (dBA)			TOTAL (dBA)	
	ENCEINTE (1)	CONDUITE D (2)	CONDUITE A (3)	(1)+(2)	(1)+(3)
50	16.3	29.7	15.1	29.9	18.8
63	19.1	34.7	28.7	34.8	29.2
80	24.3	46.4	36.3	46.4	36.6
100	28.1	46.9	38.9	47.0	39.2
125	37.9	51.9	47.1	52.1	47.6
160	31.5	54.8	49.8	54.8	49.9
200	29.7	57.6	53.7	57.6	53.7
250	(-26.9)	53.4	50.5	53.4	50.5
315	(-30.4)	57.3	52.7	57.3	52.7
400	26.1	59.9	55.0	59.9	55.0
500	(-19.6)	56.0	51.2	56.0	51.2
630	(-24.8)	53.6	47.4	53.6	47.4
800	(-22.8)	47.6	37.5	47.6	37.5
1000	n.d.	46.8	39.9	46.8	39.9
1250	n.d.	48.4	36.4	48.4	36.4
1600	n.d.	47.9	38.1	47.9	38.1
2000	n.d.	43.1	37.7	43.1	37.7
2500	n.d.	42.2	36.9	42.2	36.9
3150	n.d.	41.6	34.4	41.6	34.4
4000	n.d.	39.7	34.9	39.7	34.9
5000	n.d.	38.3	34.3	38.3	34.3
TOTAL	39.8	65.8	60.9	65.8	61.0

Notes: 1) les valeurs entre parenthèses n'ont pas été prises en compte dans le calcul des totaux;
2) n.d. signifie donnée non disponible (voir le texte).

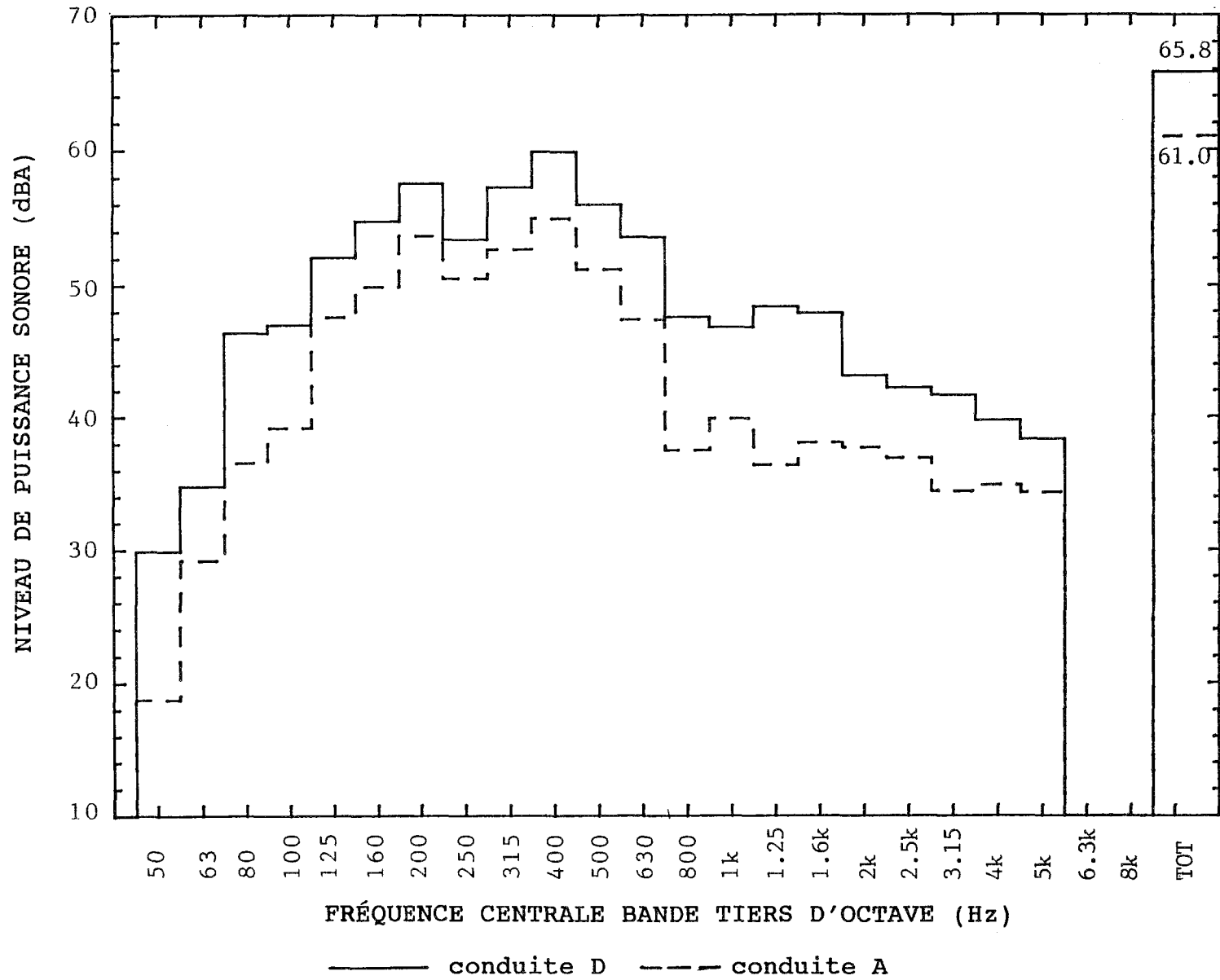


FIGURE 14 Résultats du test no 5
(unité no 1, avec cône)

3.2.4.2 Sonie

A titre d'informations complémentaires, la sonie associée à chacun des résultats de la mesure de la puissance a été évaluée. L'évaluation de la sonie a été faite en conformité aux dispositions de la norme C260, paragraphe 5.5.3. Les résultats sont présentés au tableau 7 en regard de chacun des tests effectués.

Tableau 7. Sonie associée à chacun des tests effectués

numéro test	numéro unité	vitesse d'opération	type de terminaison	conduite considérée	sonie (sones)
1D	2	basse	cône	D	0.3
1A	2	basse	cône	A	1.0
2D	2	haute	cône	D	1.1
2A	2	haute	cône	A	1.9
3D	2	haute	libre	D	0.4
3A	2	haute	libre	A	0.9
4D	2	haute	grille	D	0.4
4A	2	haute	grille	A	0.9
5D	1	-	cône	D	5.2
5A	1	-	cône	A	3.4

Notes: D = conduite de Distribution d'air frais
A = conduite d'Aspiration d'air vicié

3.2.5 Discussion des résultats

La mesure de la puissance sonore irradiée par l'enceinte a toujours donné des résultats douteux au cours des tests. D'une part la répétition des résultats n'a pas été aussi bonne que pour les autres composantes, bien que l'écart maximum noté fut de 3.5 dBA, et, d'autre part, des puissances négatives ont été obtenues en certaines fréquences. Les causes de ces phénomènes ne sont pas connues avec certitude. Cependant il est à remarquer que les puissances mesurées de cette enceinte sont souvent de beaucoup inférieures à celles des conduites D et A. Par ailleurs, le boîtier de l'unité de ventilation étant généralement installé dans une pièce où ne séjournent pas les résidents, la connaissance de la puissance exacte irradiée par le boîtier importe peu en autant qu'elle soit faible, ce qui est le cas des unités testées.

Les résultats concernant l'unité numéro 2 indiquent que:

- a) le bruit irradié par la conduite d'aspiration d'air vicié est plus important par environ 5 dBA que celui irradié par la conduite de distribution d'air frais, quelque soit le type de terminaison utilisée; il est supposé que cela est relié à la position du ventilateur dans le boîtier par rapport aux orifices des conduites;
- b) l'unité est plus bruyante à haute vitesse (mode d'échange d'air avec l'extérieur) par environ 6 dBA;
- c) l'utilisation d'un cône à l'extrémité de la conduite augmente la puissance sonore par environ 6 dBA, ce qui est considérable ;
- d) les puissances mesurées avec une grille ou avec une extrémité libre sont similaires; l'utilisation d'une grille ne provoquerait pas une augmentation du bruit irradié.

Pour l'unité 1 les résultats indiquent que:

- a) la conduite de distribution d'air frais irradie plus de bruit que la conduite d'aspiration d'air vicié; la différence est d'environ 5 dBA;
- b) cette unité est beaucoup plus bruyante, par 6 à 15 dBA selon la conduite considérée, que l'unité 2, toutes deux étant munies d'un cône à l'extrémité de la conduite.

3.3 MESURES DES NIVEAUX SONORES DES UNITÉS EN SERVICE

3.3.1 Introduction

Les deux unités de ventilation ont été installées dans des résidences suite aux essais effectués sur banc d'essai.

Des mesures du niveau sonore sur site ont été réalisées. L'objet principal de ces mesures était de comparer les valeurs de la puissance acoustique estimées sur site, selon la méthode présentée au paragraphe 2.7, à celles mesurées sur banc d'essai par intensimétrie. L'évaluation de la gêne sonore produite par les unités en service, selon la méthode présentée au paragraphe 2.6, était un objet secondaire.

3.3.2 Instruments

Les mesures du niveau de pression sonore ont été faites à l'aide d'un sonomètre de marque Larson Davis, modèle 800B. Il s'agit d'un sonomètre de Type 1 et qui est muni d'un jeu de filtres à bande d'octave. Le sonomètre et les filtres sont conformes aux spécifications des normes ANSI et CEI indiquées au paragraphe 2.3.

L'étalonnage du sonomètre a été vérifiée au début de toute série de mesures à l'aide d'une source étalon de marque Brüel & Kjær, modèle 4230.

3.3.3 Unité no 1

3.3.3.1 Description de l'installation

L'unité no 1 a été installée dans un bungalow neuf situé dans un quartier résidentiel paisible de la petite ville de Beloeil. L'unité fut installée dans un placard au sous-sol.

L'air vicié était aspiré que par un seule grille située au rez-de-chaussée dans un vestibule donnant accès aux chambres à coucher et à la salle de toilette. Les dimensions de ce vestibule sont indiquées à la figure 15. Les murs et le plafond étaient faits de gypse et le plancher de bois dur vernis. L'aire associée à ce vestibule est de 8 m².

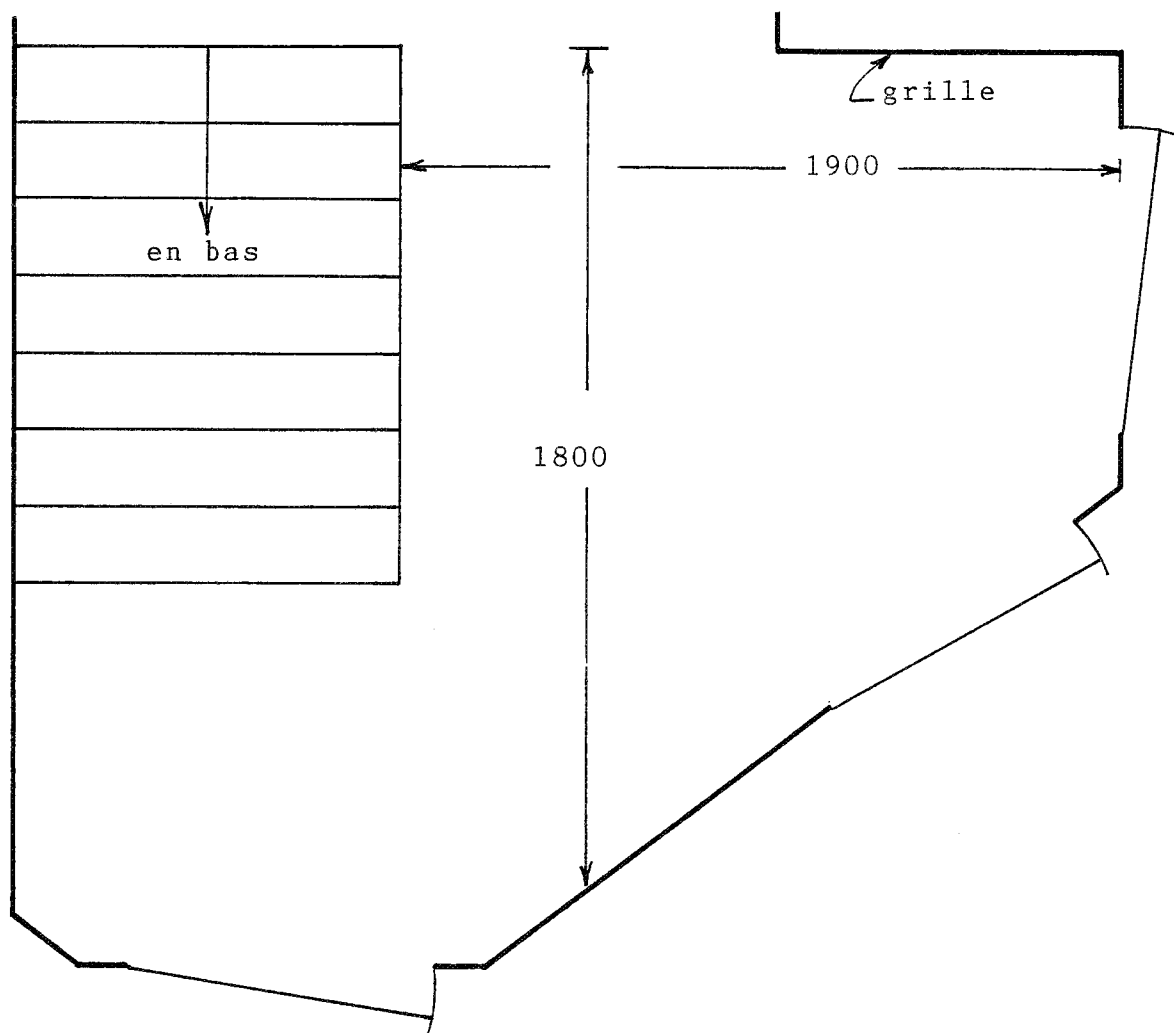


FIGURE 15 Schéma du vestibule (unité no 1 en service)

La grille d'aspiration était placée au haut d'un mur à 2.2 m du plancher, à 25 cm du plafond et à 40 cm du mur de côté. La conduite non isolée reliant cette grille à l'unité était faite de plastique mince et flexible; cette conduite avait une longueur estimée de 10.5 m et comportait six coudes.

Le débit d'air mesuré à la grille d'aspiration fut de 55 L/s.

Le sous-sol ne comptait que deux pièces: un atelier aux murs non finis et une salle de séjour non meublée; dans ces deux pièces, le plancher était de béton sans revêtement.

L'air frais était distribué que par une seule grille située dans l'atelier du sous-sol et fixée directement à une solive du plancher. Cette grille était reliée à l'unité par une conduite faite de plastique mince et flexible non isolée d'environ 1.5 m comportant un coude à 90°. L'aire de cet atelier était de 56 m².

3.3.3.2 Résultats des mesures

Les niveaux sonores ont été mesurés alors que l'unité fonctionnait en mode d'échange d'air avec l'extérieur.

Les niveaux sonores du bruit ambiant étaient de 31.7 et 31.1 dBA pour le vestibule (aspiration) et l'atelier (distribution), respectivement.

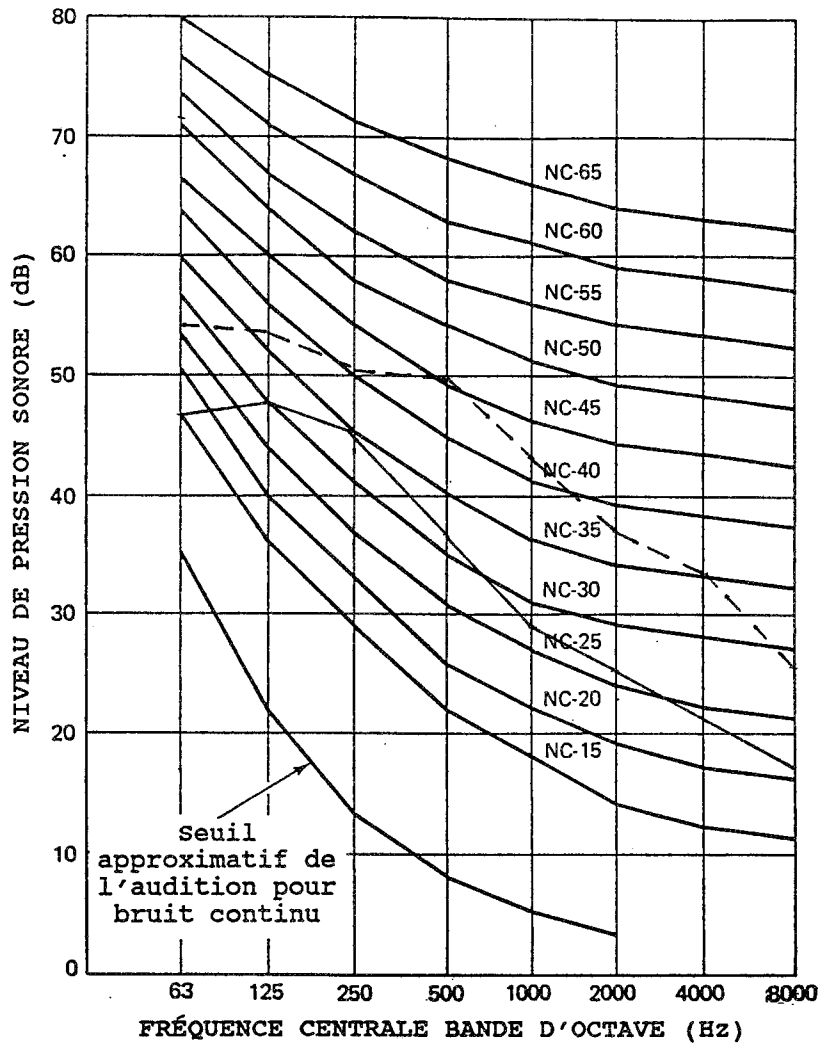
Les mesures des niveaux sonores en vue de l'estimation de la puissance ont été faites en deux directions pour chacune des grilles. Le tableau 8 présente les valeurs moyennes des niveaux sonores mesurés en fonction de la distance.

Tableau 8. Unité no 1 en service - niveaux sonores (dBA)

distance (m)	0.5	0.7	1.0	1.4	2.0
aspiration air vicié	44.5	42.7	40.7	40.2	39.9
distribution air frais	55.3	53.1	52.8	50.7	49.7

Les puissances sonores estimées à partir de ces mesures et en utilisant la méthode exposée au paragraphe 2.7 sont de 48.2 et 55 dBA pour les grilles d'aspiration d'air vicié et de distribution d'air frais, respectivement. Les puissances mesurées sur le banc d'essai étaient, dans l'ordre, de 61.0 et 65.8 dBA (voir tableau 6). L'accord entre les deux méthodes est donc très mauvais pour les deux grilles (écarts de 13 et 11 dBA). On se rappellera que lors des mesures sur banc d'essai la conduite était terminée non pas par une grille mais par un cône, et qu'il avait été remarqué que l'utilisation d'un cône augmentait la puissance irradiée par 6 dBA; tenant compte de cette observation les écarts seraient réduits à 7 et 5 dBA. De plus le débit d'air mesuré sur le banc d'essai était de 125 L/s soit plus du double de celui mesuré en service.

Les indices NC des bruits irradiés par ces grilles sont, dans l'ordre, NC-35 et NC-46. La figure 16 présente les courbes associées à ces indices. Ces valeurs seraient jugées relativement élevées si elles étaient applicables à des pièces de repos. L'indice NC-35 a été mesuré dans un vestibule qui n'est qu'un lieu de passage; ses petites dimensions et le caractère réfléchissant de ses parois contribuent à maintenir un niveau sonore élevé. L'indice NC-46 est associé à un atelier ne contenant que très peu de matériau absorbant et aux parois réfléchissantes, le tout favorisant également un niveau sonore élevé.



vestibule: NC-35
 atelier: NC-46

FIGURE 16 Unité no 1 en service - indices NC

3.3.4 Unité no 2

3.3.4.1 Description de l'installation

L'unité no 2 a été substituée à une unité similaire déjà installée dans un bungalow récent situé dans un quartier résidentiel près de Drummondville. Les conduites et grilles existantes ont été utilisées sans aucune modification.

L'unité était installée dans un placard de la salle de séjour au sous-sol. Une seule grille de distribution d'air frais et quatre grilles d'aspiration d'air vicié étaient reliées à l'unité. Trois des quatre grilles d'aspiration étaient situées au rez-de-chaussée; des mesures de bruit entreprises près de ces grilles ont dû être abandonnées suite à l'apparition de bruits trop importants provenant de travaux de construction effectués dans le voisinage immédiat. Des mesures au sous-sol ont été possibles puisqu'aucune fenêtre ne donnait dans la direction du site des travaux.

La grille de distribution d'air frais était située au plafond dans la salle de séjour. Cette pièce était meublée, avait des murs faits de gypse et un plafond suspendu fait de tuiles acoustiques; un tapis ras recouvrait le plancher de béton. Les dimensions de cette salle étaient de 8 m sur 7 m et la hauteur était de 2.1 m. La conduite (non isolée mais visible que près de l'unité) qui reliait cette grille à l'unité était faite d'un plastique mince et flexible; cette conduite avait une longueur approximative de 2 m et comportait possiblement deux coudes à 90°.

La grille d'aspiration considérée était située au plafond de la salle de toilette du sous-sol. Cette salle était attenante à la salle de séjour. Les murs de la salle de toilette étaient faits de gypse; des tuiles de céramique recouvraient les murs de la douche et le plancher. Le plafond était fait de tuiles acoustiques suspendues. La grille était située au centre de la salle, directement en face de la porte. Les dimensions de cette salle étaient de 3 m sur 1.6 m et la hauteur était de 2.1 m. La conduite (non isolée mais visible que près de l'unité) reliant cette grille à l'unité était faite d'un plastique mince et flexible; sa longueur fut estimée à 5 m et il est supposé qu'elle comportait un coude à 90° et un embranchement en T. Cette grille serait la première sur la conduite d'aspiration depuis l'unité.

3.3.4.2 Résultats des mesures

Cette unité pouvant fonctionner à deux vitesses, des mesures ont été faites alors que l'unité fonctionnait à chacune de ces vitesses. La vitesse élevée est sélectionnée automatiquement

lorsque l'unité échange de l'air avec l'extérieur.

Le niveau de bruit ambiant mesuré était de 27.8 dBA tant dans la salle de toilette que dans la salle de séjour.

Les mesures des niveaux sonores en vue de l'estimation de la puissance acoustique ont été faites en deux directions pour chacune des grilles. Le tableau 9 présente les valeurs moyennes des niveaux sonores mesurés près de la grille de distribution d'air frais en fonction de la distance pour les deux vitesses.

Tableau 9. Unité no 2 en service - niveaux sonores (dBA)
Grille de distribution d'air frais

distance (m)	0.5	0.7	1.0	1.4	2.0
haute vitesse	44.2	40.9	39.1	37.7	37.5
basse vitesse	37.8	36.4	35.9	34.4	34.3

Les puissances sonores estimées à partir de ces mesures et en utilisant la méthode exposée au paragraphe 2.7 sont de 42.5 et 38.7 dBA respectivement pour la haute et la basse vitesse. Les mesures par intensimétrie avaient donné, dans l'ordre, des valeurs de 43.8 et 43.6 dBA (voir tableaux 5 et 2). L'accord est excellent dans le cas des tests à haute vitesse (écart de 1.3 dBA seulement). Dans le cas de la basse vitesse l'écart est plus considérable, soit près de 5 dBA. On remarquera cependant que, pour cette vitesse, lors du test sur banc d'essai la conduite était terminée par un cône et non pas une grille; or les tests sur banc d'essai ont indiqué que l'utilisation d'un cône augmentait de 6 dBA la puissance irradiée par rapport à celle obtenue avec une grille. Dans l'hypothèse que la puissance mesurée sur banc d'essai est trop élevée de 6 dBA, l'écart avec le test sur site ne serait plus que de 1 dBA et l'accord serait excellent.

Dans le cas de la salle de toilette, les niveaux sonores mesurés alors que l'unité fonctionnait à basse vitesse (pas d'échange d'air avec l'extérieur) étaient trop voisins du niveau du bruit ambiant pour être significatifs; ces mesures ne sont pas rapportées. A vitesse élevée les niveaux sonores mesurés mènent à une puissance estimée de 28.4 dBA. Le test sur banc d'essai (avec une grille standard) avait donné une valeur de 49 dBA (voir le tableau 5). Cet écart est intéressant. D'une part, on ne peut comparer ces deux résultats car la puissance irradiée par la conduite d'aspiration en service est répartie entre toutes les bouches; lors du test en service une seule des quatre bouches d'aspiration a été considérée. D'autre part, la grandeur de l'écart est surprenante et d'autant plus si la bouche considérée est effectivement la première depuis l'unité sur la conduite d'aspiration.

Les indices NC évalués pour ces pièces sont les suivants:

- pour la salle de séjour (distribution d'air frais)
 - à haute vitesse: NC-31
 - à basse vitesse: NC-28
- pour la salle de toilette (aspiration d'air vicié)
 - à haute vitesse: NC-25

La figure 17 présente les courbes associées à ces indices pour les deux pièces. Les indices obtenus ont des valeurs tout à fait acceptables compte tenu de l'usage de ces pièces.

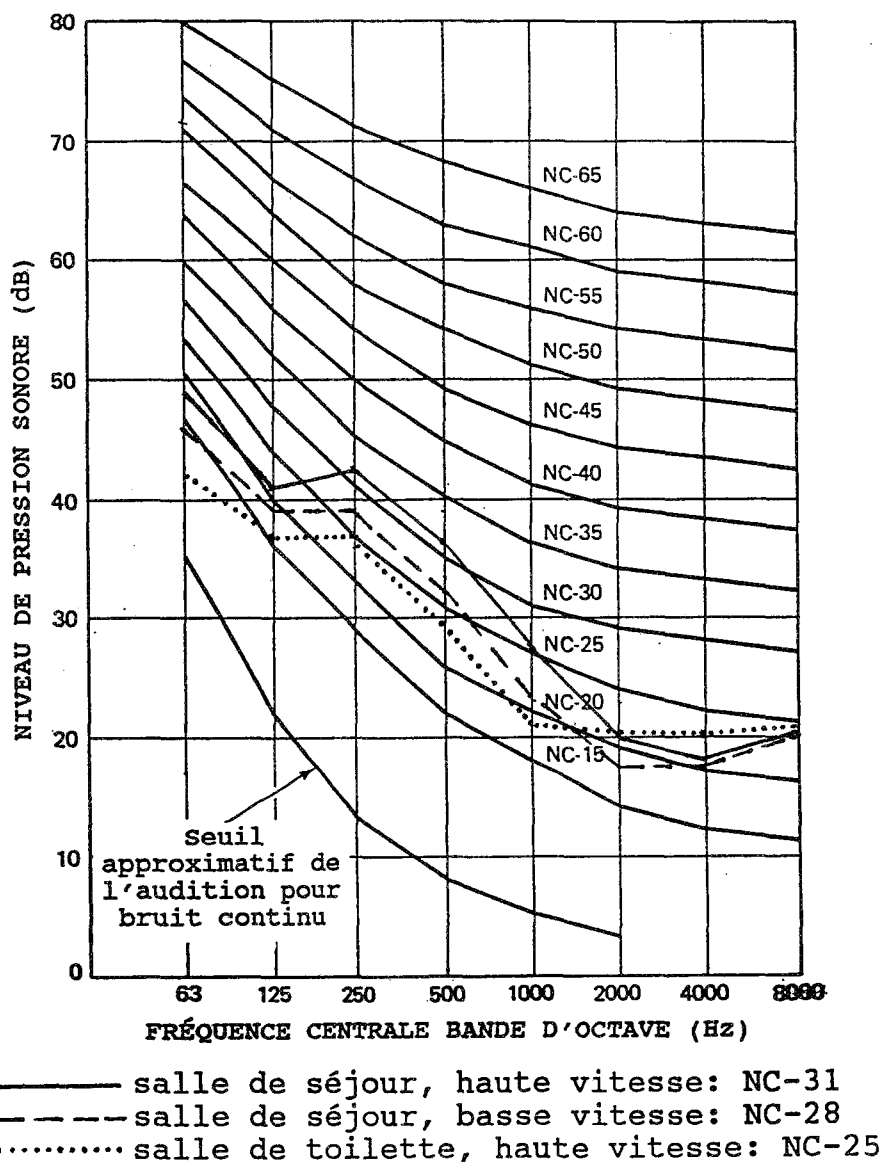


FIGURE 17 Unité no 2 en service - indices NC

4.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

4.1 Méthode de mesure du niveau sonore des unités en service

Une méthode de mesure relativement simple a été suggérée. Cette méthode pourrait donner des résultats différents lorsque appliquée à un même environnement par deux opérateurs différents. Cela tient du fait qu'on ne peut prévoir toutes les situations imaginables qui puissent être rencontrées dans des résidences. A titre d'exemple, l'opérateur a beaucoup de liberté dans le choix des points de mesure pour l'évaluation de la gêne. Il doit faire preuve de jugement dans ses choix.

La méthode proposée devrait faire l'objet de commentaires de la part de ceux qui la mettront en pratique, et des améliorations devraient lui être apportées suite à ces commentaires.

4.2 Mesure de la puissance acoustique par intensimétrie

Les mesures par intensimétrie réalisées au cours de cette étude permettent de soulever plusieurs points touchant la méthodologie, l'instrumentation, le banc d'essai et la valeur des résultats obtenus.

4.2.1 Méthodologie

La mesure de la puissance sonore par l'intensimétrie présente l'avantage de pouvoir être faite hors d'un laboratoire; de ce fait elle est plus intéressante que la mesure faite via la mesure de la pression sonore.

L'intensimétrie implique cependant plus de mesures puisque pour obtenir des résultats dans les bandes tiers d'octave de 50 à 10 000 Hz trois séries de mesures doivent être effectuées, chacune avec un écartement différent entre les microphones de la sonde. Cette plage de fréquences est prescrite par la norme CSA-C260 et est justifiée par le fait que ces fréquences sont audibles et observées sur des équipements de ventilation. Il arrive cependant qu'un même équipement ne génère pas à la fois de très basses et de très hautes fréquences. Pour la mesure de la puissance d'un tel équipement la plage de fréquences pour lesquelles la mesure est requise pourrait être réduite et ainsi diminuer le nombre de séries de mesure à effectuer. Par exemple, si un équipement ne produisait principalement que du bruit aux fréquences inférieures à 1 000 Hz, une seule série de mesure avec un écartement de 50 mm entre les

microphones serait requise. Les fréquences pour lesquelles la mesure devrait avoir lieu pourraient être déterminées au préalable par l'étude du spectre (contenu en fréquences) de la pression sonore typique produit l'équipement; les bandes tiers d'octave pour lesquelles les amplitudes de la pression seraient suffisamment inférieures à celle qui domine ou au niveau sonore global pourraient être écartées de la mesure par intensimétrie.

Deux approches sont possible quant à l'intégration de l'intensité sur une surface: la mesure à des points fixes et la mesure par balayage. Chacune a des avantages et des inconvénients. La mesure en des points fixes nécessite plus de travail que la mesure par balayage. Les mesures faites dans cette étude ont été très longues compte tenu des quelques centaines de points fixes utilisés. L'utilisation de points fixes présente l'avantage de couvrir uniformément toute la surface et de bien contrôler la distance entre la sonde et la source de bruit (ce qui est d'autant plus important lorsque la mesure est faite très près de la source). La méthode par balayage est beaucoup plus rapide bien que l'opérateur doit porter une attention constante de façon à couvrir uniformément la surface et à contrôler la distance entre la sonde et la source. Il est tout de même recommandé de procéder par balayage vu l'économie de temps réalisable; on prendra la précaution de répéter les mesures, par des opérateurs différents si possible, pour s'assurer de la crédibilité des mesures.

4.2.2 Instrumentation

L'emploi d'une instrumentation ayant une gamme dynamique supérieure à 60 dB est fortement recommandé lorsque la mesure doit porter sur une composante peu bruyante en présence d'autres composantes plus bruyantes, ou si la mesure doit être faite à des fréquences où les amplitudes sont faibles comparativement à d'autres fréquences. Un intensimètre qui appliquerait la pondération A directement aux signaux issus des microphones avant leur analyse serait avantageux dans de telles situations.

4.2.3 Banc d'essai

L'utilisation d'un banc d'essai tel celui utilisé dans cette étude soulève des questions.

Les résultats obtenus indiquent que la puissance irradiée au travers de l'enceinte fermée est négligeable par rapport à la puissance de l'ensemble; elle est même négative, quoique faible alors, à certaines fréquences. La mesure sur l'enceinte fut sans conséquence et est injustifiée en termes d'efforts investis. Si les boîtiers des unités avaient été beaucoup plus bruyants la

puissance de l'enceinte aurait possiblement eu une influence, mais est-il vraisemblable que ces boîtiers soient suffisamment bruyants?

Les résultats indiquent également que le bruit est principalement, et de beaucoup, irradié par l'extrémité de la conduite. Il aurait suffi de mesurer la puissance irradiée par l'ouverture de la conduite pour obtenir les mêmes résultats à peu de chose près.

L'utilisation d'un cône est mise en doute par les résultats obtenus. Il faudrait étudier cette question par confrontation aux résultats d'autres études ou réaliser des essais spécifiques sur ce point.

Les résultats de l'estimation de la puissance par mesure de la pression sur site n'ont été en accord avec ceux obtenus sur banc d'essai que dans le cas de la bouche de distribution d'air frais de l'unité no 2 fonctionnant à haute vitesse. Or il s'agit du cas où les configurations en service et sur banc d'essai étaient les plus similaires: utilisation d'une grille à l'extrémité d'une conduite relativement courte. Cette constatation et les autres résultats soulèvent des questions quant à la représentation des conditions d'opération en service par le banc d'essai. Utilisation d'un cône versus une grille? Utilisation d'une conduite rigide, rectiligne et courte versus une conduite flexible, tortueuse et longue (perte de charge et d'énergie sonore) ?

Pour le type d'unités testées, la puissance sonore qui parvient dans une ou des pièces par les (la) grilles reliées à l'unité en service ne semble pas être toujours égale à celle mesurée en laboratoire ou sur banc d'essai. Pour d'autres types d'équipement l'accord peut être excellent; J. D. Quirt a vérifié que pour des hottes de cuisinière les mesures de puissance en laboratoire et en service sont en accord.

L'utilité d'un tel banc d'essai ne serait alors que de permettre de comparer les résultats obtenus par deux méthodes différentes, ou encore de comparer les puissance de deux unités différentes (s'il était vérifié que le banc d'essai influence de façon égale les puissances sonores des unités testées).