

# CONTROLE DU BRUIT DES THERMOPOMPES EN MILIEUX RÉSIDENTIELS

MIGNERON, Jean-Gabriel, ABONCE, Ramon et LEMIEUX, Pierre, *Laboratoire d'acoustique, CRAD, 1636 Félix-Antoine Savard, Université Laval, Québec, Qué., G1K 7P4*

Les installations de pompes à chaleur domestiques se sont multipliées ces dernières années, notamment avec les coûts croissants de l'énergie. Les thermopompes sont généralement localisées à l'endroit extérieur le plus pratique pour être reliées au reste de l'installation de chauffage et de ventilation. Il en résulte souvent une perturbation par le bruit pour tout le voisinage résidentiel. Toutes les thermopompes, même si elles ne comprennent pas d'unité de compresseur intégrée, sont bruyantes. Elles comportent toutes un puissant ventilateur qui fait circuler l'air extérieur pour assurer le refroidissement des serpentins, en plus de ce bruit, il faut compter le bruit propre au compresseur et le bruit de circulation du gaz réfrigérant. Les municipalités du Québec reçoivent de plus en plus de plaintes, surtout estivales, relatives à ce type d'équipement résidentiel.

La présente recherche, subventionnée par la SCHL, comportait ainsi plusieurs objectifs: analyser le mode de rayonnement acoustique des thermopompes les plus couramment utilisées dans les secteurs résidentiels, étudier la possibilité d'un traitement acoustique simple destiné à confiner le bruit produit par ce type d'équipement, vérifier dans quelle mesure ce traitement acoustique devait être adapté à chacune des différentes machines et, finalement, s'assurer que le traitement acoustique éventuel ne réduirait pas les capacités thermiques de la machine, que ce soit en mode chauffage ou en mode climatisation. Une première étape portait sur la vérification in-situ du mode de rayonnement acoustique des principales marques de thermopompes rencontrées dans la région de Québec. Cent vingt-cinq thermopompes ont été ainsi identifiées, soit à cause de leur visibilité à partir de la rue ou bien de leur bruyance audible. Après analyse de la distribution par marques des 125 thermopompes de l'échantillon, on a pu constater une nette prédominance de la marque TRANE, avec 38 unités, suivie par les marques CARRIER, YORK et LENNOX, avec respectivement 28, 18 et 10 unités.

## ÉCHANTILLON ET MESURES SUR LE TERRAIN

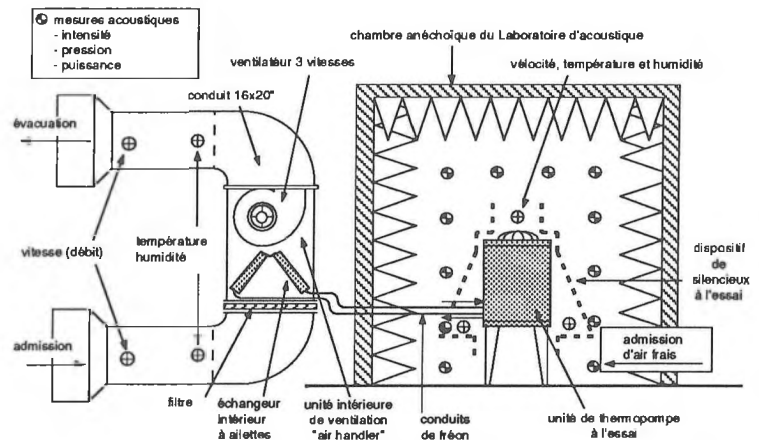
Une première mesure du niveau de pression acoustique a été relevée à 1 m de distance de chaque unité; 80 dossiers de référence ont été ouverts, avec des machines pour lesquelles les niveaux de bruit obtenus se situaient entre 52.5 et 70.6 dB(A). Parmi cet échantillon de 80 thermopompes, 20 d'entre elles, choisies parmi les plus bruyantes, ont été étudiées plus en détail. Les mesures acoustiques ont porté essentiellement sur la détermination de la puissance acoustique, ainsi que sur deux analyses spectrales de référence au 1/3 d'octave, la première faite de face et la seconde sur le dessus de la machine (bruit du ventilateur).

Les résultats des mesures du niveau global de bruit en dB(A), réalisées à 1 m de distance de chaque unité, permettent de confirmer que la plupart des thermopompes peuvent être considérées comme bruyantes (mis à part les hauts-de-gamme et les derniers modèles). En plus de cette première constatation, les données correspondantes aux 80 thermopompes mesurées montrent qu'il existe certaines marques et modèles plus bruyants. D'autre part, il a été

constaté que la localisation de la thermopompe par rapport à la maison, constituait souvent une des raisons de son impact sur le voisinage.

## ÉTUDE DU DISPOSITIF DE RÉDUCTION DE BRUIT

Une thermopompe de marque TRANE a été choisie pour une analyse détaillée de faisabilité d'un dispositif de silencieux. Non seulement cette marque semblait la plus répandue, mais il était encore possible de trouver un ancien modèle, relativement plus bruyant que ceux des séries les plus récentes. Le modèle retenu était une machine de 2 tonnes, largement répandue et relativement bruyante.



La thermopompe expérimentée a été installée dans les nouvelles chambres de mesure du Laboratoire d'acoustique de l'Université Laval. L'unité de thermopompe a été montée dans la chambre anéchoïque et le dispositif de circulation de l'air, dans la grande chambre réverbérante voisine. Le montage expérimental a permis de réaliser simultanément des mesures acoustiques et des mesures thermiques. Le "air handler" a été monté en position verticale; deux conduits perpendiculaires d'entrée et de sortie d'air ont été utilisés, afin de recirculer l'air dans les coins opposés de la chambre. Le silencieux expérimenté sur l'unité extérieure devait rencontrer quatre objectifs: contrôler le bruit produit le plus près possible de la source, avec une enceinte collée sur l'enveloppe extérieure de la thermo-pompe, réduire le niveau et modifier la directivité de la source principale de bruit constituée par le ventilateur supérieur, réduire la radiation latérale du bruit par les quatre faces d'aspiration et, enfin, permettre une bonne circulation de l'air dans la thermopompe, en assurant, si possible, la séparation de l'air aspiré et refoulé.

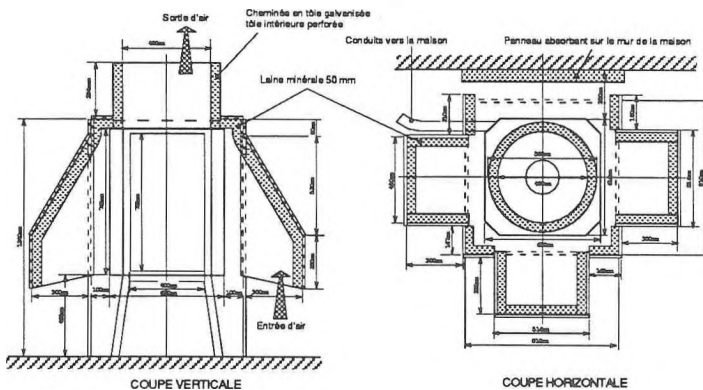
Pour des raisons pratiques, le silencieux placé à la sortie du ventilateur n'a pas été modifié, seule sa longueur aurait pu d'ailleurs faire l'objet d'un changement. Les variations possibles du dispositif de silencieux concernaient le traitement des quatre faces d'aspiration, ceci selon trois étapes d'intervention différentes. Les mesures acoustiques correspondantes ont porté sur la détermination de la puissance acoustique globale de la thermopompe et l'analyse de la composition spectrale du bruit produit sur les

*Réductions moyennes de bruit en dB(A), obtenues pour les trois modèles de silencieux expérimentés.*

Modèle de thermopompe expérimenté	Admission d'air sans traitement	Admission d'air avec traitement	Réduction de bruit à l'admission	Refolement d'air sans traitement	Refolement d'air avec traitement	Réduction de bruit au refolement	Pour toute la thermopompe
Marque "TRANE"	68.7	57.0	11.7	68.3	61.3	7.0	11.4
Marque "YORK"	74.6	57.6	17.0	77.2	59.7	12.5	16.4
Marque "LENNOX"	72.5	62.4	10.1	72.2	59.7	12.5	11.6

différentes faces de la machine. Pour tenir compte d'une éventuelle directivité des différentes sources de bruit, les mesures ont toutes été relevées en pression et en intensité acoustique. Cette précaution n'a pas permis de mettre en évidence une directivité particulière du rayonnement acoustique de la machine. Le calcul détaillé de la puissance acoustique a ensuite permis de préciser l'efficacité de chacune des étapes du traitement acoustique.

Les mesures aéroliques avaient comme objectif de déterminer si le traitement acoustique de la thermopompe pouvait avoir une incidence quelconque sur le rendement thermique de la machine et de chiffrer les éventuelles modifications du comportement thermomécanique. Ces mesures ont porté sur la détermination détaillée des vitesses de l'air dans les différentes parties de la thermopompe et sur la vérification des écarts de température entre les flux d'air aspiré et refoulé. Des mesures similaires ont été relevées du côté du "air handler", surtout en regard des différentes vitesses et du différentiel de température. La constance du débit d'air, avec ou sans silencieux est une condition essentielle pour l'efficacité des dispositifs étudiés. Il faut cependant remarquer que l'enceinte de la thermopompe et la disposition de ses éléments constituent déjà une limitation significative pour la circulation de l'air, en particulier, l'orientation, la dimension et la nature des grilles d'entrée et de sortie d'air.



*Croquis du silencieux réalisé pour la thermopompe YORK*

Afin de compléter cette expérience détaillée de laboratoire, deux autres silencieux ont été conçus et installés sur des machines différentes, soit une thermopompe de marque YORK de 3 tonnes, avec grilles d'aspiration sur les quatre faces latérales et refolement par un ventilateur localisé sur le dessus de la machine, et une thermopompe de marque LENNOX, également de 3 tonnes, avec grilles d'aspiration sur deux des faces latérales et refolement par les deux faces opposées. Cette dernière thermopompe était très différente des deux autres modèles, puisque complètement fermée sur les dessus, sa circulation d'air se faisant horizontalement, selon une diagonale.

**CONCLUSION**

Les unités extérieures de thermopompes résidentielles constituent une source de bruit continu importante, dommageable pour l'environnement des milieux résidentiels. Les niveaux de bruit produits sont relativement variables, suivant la puissance des machines, leur technologie, leur degré d'usure, et leur disposition autour de la résidence. Il faut éviter, en tout premier lieu, la proximité des fenêtres du voisinage et les réflexions nuisibles, sur un mur de façade ou sur un sol trop dur. Néanmoins, quelles que soient les situations, *il est toujours possible de construire un véritable dispositif de silencieux autour d'un thermopompe donnée.* Cette disposition étant préférable à l'érection d'un écran absorbant; car l'écran s'opposera à la libre circulation de l'air autour de la machine.

Un dispositif de silencieux efficace doit être installé le plus proche possible du coffret de la thermopompe et comporter, en plus d'une enveloppe centrale isolée, des silencieux appropriés pour les entrées et les sorties d'air de la machine. Malheureusement, ce dispositif ne peut être universel, il doit être conçu et construit, en fonction des dimensions et des caractéristiques de la thermopompe considérée. Si nécessaire, il doit être complété par un traitement absorbant du mur le plus proche, de façon à contrôler les réflexions acoustiques. On peut être assuré qu'un silencieux bien construit n'affectera pas le rendement thermique de la thermopompe, quel que soit le point de vue de l'installateur sur ce sujet. Il est même probable que ce rendement thermique se trouve accru, du fait d'une meilleure séparation des flux d'air, à l'aspiration et au refolement.

**RÉFÉRENCES**

AIR CONDITIONING & REFRIGERATION INST.: Directory of certified unitary air-conditioners, unitary air-source heat-pumps, sound-rated outdoor unitary equipment, ARI, Arlington VA, 1989.

ASHRAE: "Measurement of sound power radiated from heating refrigeration and air conditioning equipment", ASHRAE, Standard 36-62, Atlanta GA, 1962.

FRASER, J. and QUIRT, J., D.: "Enclosures to reduce noise from heat pumps: four case studies", pp.19-28, in Can. Acoustics, Vol.13 N° 3, 1985.

GCPM & ASS.: Guide des Thermopompes au Québec, 160 p., ABC Publication, Montréal, 1988.

HAROLD, R.,G.: "ARI sound rating and certification of residential outdoor air conditioning units", pp. 249-258, in Noise-Con. 83 proceed., MIT, Cambridge Mass., 1983.

MARSH, A.: "Noise control for roof-mounted air conditioning condensing units", pp. 269-276, in Noise-Con. 83 proceed., MIT, Cambridge Mass., 1983.

MIGNERON, J.-G., ABONCE, R. et LEMIEUX, P.: Analyse du rayonnement acoustique des thermopompes en milieux résidentiels, étude de faisabilité pour un dispositif de réduction de bruit, 191p., CRAD/SCHL, N°6585/M12-4, 1991.