

PROPRIÉTÉS ABSORBANTES DE PANNEAUX À DOUBLE MEMBRANE APPLICATION AU NOUVEAU TOIT DU STADE OLYMPIQUE

MIGNERON, Jean-Gabriel, *Laboratoire d'acoustique, Faculté d'aménagement et d'architecture, Université Laval, 1 Côte de la Fabrique, Québec, Qué., G1K 7P4*

ABSTRACT:

In order to develop a special absorbent material to control the reflections on the concave surface of the new roof of the Olympic Stadium of Montréal, a study has been conducted on the acoustical properties of a double layer absorbent panels, with a special interest concerning the low frequency comportment of this composite material and the effects of the thickness and the density of the fibrous material, the distance between the two parallel panels, the external covering and the finishing paint of the exposed panels. Different samples have been tested in a reverberation chamber, both in vertical and horizontal position, in relation with the opening between two juxtaposed panels and the distance between the acoustical treatment and the new steel roof. The conception of the acoustical material takes into account the predicted reverberation time, the durability of the panels, the mechanical and fire resistance and, finally, the cost of the total treatment.

Suite aux différentes discussions avec l'équipe des architectes de la nouvelle toiture du Stade Olympique de Montréal, une décision a été prise pour placer les panneaux acoustiques horizontalement, suivant la courbure de la charpente du nouveau toit suspendu, soit à 1.3 mètre du platelage d'acier. Le type de traitement acoustique recherché pour la nouvelle toiture devait offrir une bonne absorption des basses fréquences, du fait des très longs temps de réverbération en présence (maximum de 19.4 sec. vers 315Hz), du comportement vibratoire particulier de la toile de kevlar actuelle (qui dissipe en partie les basses fréquences) et puisque, dans une très grande enceinte, les hautes fréquences sont atténuées par l'absorption moléculaire de l'air. Un traitement acoustique à double membrane permettait d'obtenir l'absorption souhaitée, tout en respectant les autres contraintes. À partir de ces paramètres de base, des panneaux ont été optimisés en fonction des détails de construction, du poids et de la durabilité du traitement et bien sûr de l'absorption acoustique requise. La présentation fait état des tests acoustiques effectués sur différents échantillons et des principales considérations examinées lors de la conception des échantillons.

ÉCHANTILLONS TESTÉS EN LABORATOIRE

Des tests ont été effectués en laboratoire sur sept échantillons, afin d'optimiser l'absorption dans les basses fréquences des panneaux à double membrane. Les paramètres étudiés ont été la densité de la laine minérale employée, son épaisseur, l'espace d'air requis entre les deux laines, le revêtement de finition nécessaire pour assurer une bonne durabilité de l'ensemble du traitement, ainsi que les dispositifs d'accrochage à la charpente d'acier. Le type de traitement retenu est constitué de deux panneaux doubles de laines minérales de 1.22x1.22m espacés entre eux par un cadre métallique qui constitue la structure même du panneau.

Les sept échantillons testés en laboratoire ont été constitués de six panneaux (8.92 m²) et sont décrits dans le tableau n° 1. Pour les échantillons n°1 et 2, les cadres des panneaux ont été fabriqués avec des colombages d'aluminium de 50 mm de largeur. Les cadres de tous les autres échantillons ont été fabriqués avec des montants métalliques de 92 mm d'âme et de jauge 26 (0.45mm d'épaisseur).

N° de l'échantillon	Densité de la laine minérale (kg/m ³)	Épaisseur de la laine minérale (mm)	Espace d'air (mm)	Revêtement employé	Position horizontale ou verticale	Espace entre les panneaux
1	48.1	2x50	50	néoprène	H	-
2	48.1	2x50	50	néoprène	H	200mm
3	39.7	2x25	92	néoprène	H	-
4	48.1	2x50	92	néoprène	H	-
5	48.1	2x50	92	néoprène avec latex	H	-
6	48.1	2x50	92	néoprène avec latex	V	-
7	48.1	2x50	92	néoprène et peinture granitée	H	-

Tableau N°1: Description des différents échantillons de panneaux testés en laboratoire.

Les panneaux ont été fixés aux montants métalliques mécaniquement et par collage. Le dernier type de cadre offre une meilleure rigidité que les colombages d'aluminium, mais il sera préférable d'ajouter des équerres de renfort dans les angles (en plus de la quincaillerie de suspension et de clips de sécurité). Enfin, les matériaux ayant servi aux tests d'absorption acoustique en laboratoire (laine minérale, cadre, quincaillerie) ont été pesés, le critère de poids étant très important pour la nouvelle toiture (limite de 5.9 kg/m²).

Dans la chambre réverbérante de 200m³, tous les panneaux de laine minérale ont été installés horizontalement à 1.3 mètre du plancher de la chambre réverbérante (afin de permettre les réflexions arrières), sauf l'échantillon n°6 (composé de deux laines de 50mm espacées de 92mm entre elles et peintes au latex) qui a été installé verticalement, directement sur le plancher.

RÉSULTATS DES TESTS D'ABSORPTION

Les coefficients d'absorption obtenus pour les différents échantillons de panneaux placés horizontalement sont reproduits sur le graphique n°1. Comme on peut le voir sur ce graphique, l'échantillon composé de deux laines minérales de 25mm d'épaisseur, recouvertes de néoprène et de plus faible densité (39.7kg/m³ au lieu de 48.1kg/m³), bien qu'espacées de 92mm, est moins performant dans les basses fréquences. Ensuite on retrouve les échantillons composés de deux laines minérales de 50mm d'épaisseur, recouvertes de néoprène et espacées de 50mm, avec ou sans espacement latéraux de 200mm entre les six panneaux.

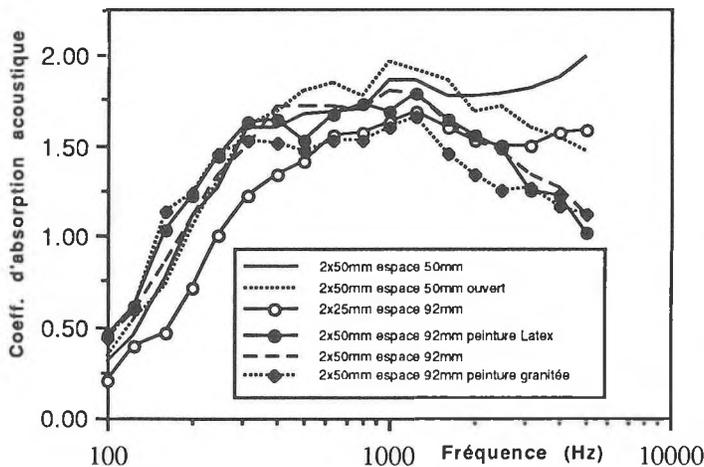


Figure N°1: Absorption des différents échantillons horizontaux.

On remarque que le fait d'espacer ou non les panneaux les uns des autres, n'a pas une grande influence sur les coefficients d'absorption des basses fréquences. Le gain d'absorption se trouve plutôt dans les fréquences moyennes, lorsqu'on permet aux ondes acoustiques de pénétrer vers la seconde face des panneaux.

Par la suite, trois échantillons composés de deux laines minérales recouvertes de néoprène de 50mm d'épaisseur, espacées de 92mm, ont été testés soit avec le néoprène seul, soit ensuite peinturés au latex ou à la peinture granitée. On remarque que ce sont les échantillons peints au latex ou à la peinture granitée qui permettent une plus grande absorption des basses fréquences. De plus, la peinture au latex offre une meilleure absorption des hautes fréquences que la peinture granitée, cette dernière est en effet trop épaisse et affecte la porosité des panneaux absorbants.

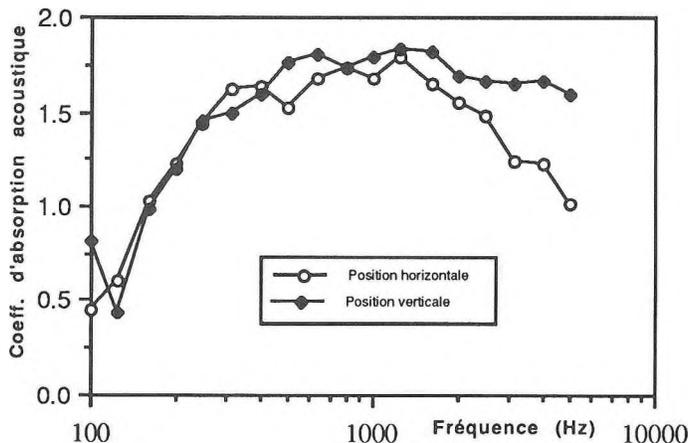


Figure N°2: Comparaison entre les montages horizontal et vertical.

Par ailleurs, le graphique n°2 présente une comparaison entre le panneau constitué de deux laines minérales de 50mm d'épaisseur, espacées de 92mm, et peint au latex, installé horizontalement et ensuite verticalement.

On remarque, dans la position verticale, une baisse d'absorption dans la bande de fréquence de 125 Hz, baisse qui ne se retrouve pas dans la position horizontale. Ce comportement peut s'expliquer par le fait que l'effet de membrane est affecté

ou non par le poids du matériau. Par ailleurs, l'échantillon installé verticalement permet une meilleure absorption des hautes fréquences, étant donné que dans cette position, les deux surfaces du panneau sont plus exposées aux ondes acoustiques directes qu'en position horizontale (une des faces de l'échantillon n'est exposée qu'à une partie des ondes réfléchies).

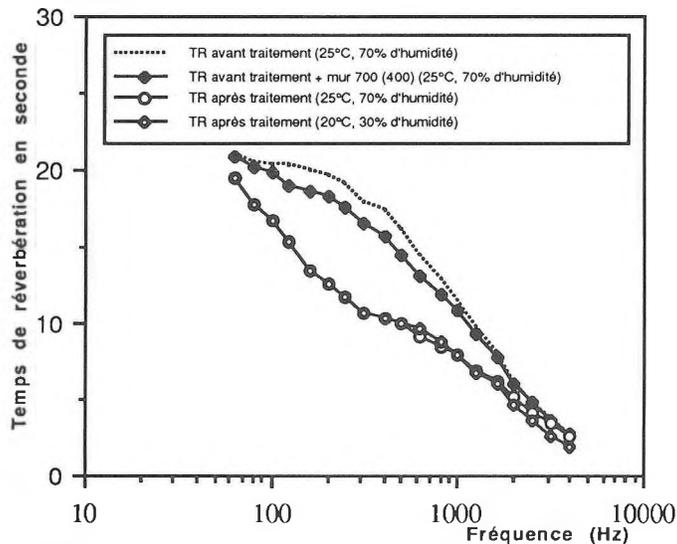


Figure N°3: Temps de réverbération prévus après construction.

CONCLUSION

Les temps de réverbération prévisibles ont été calculés (pour différentes températures et humidités) à partir des coefficients d'absorption obtenus avec l'échantillon de deux laines minérales de 50mm recouvertes de néoprène et peintes, distantes entre elles de 92mm. Le graphique n°3 présente les temps de réverbération escomptés, avant et après traitement acoustique (la première étape prévue concerne le mur arrière du niveau 700). Ainsi, le traitement acoustique de la nouvelle toiture, en plus de contrôler les réflexions, devrait permettre une diminution du temps de réverbération dans l'enceinte du Stade d'environ 2 à 3 sec. dans les très basses fréquences et d'approximativement 5 à 7 sec. dans les basses et moyennes fréquences, comparativement aux temps de réverbération actuels du Stade. Bien que le temps de réverbération moyen pourrait être sensiblement diminué, l'enceinte devrait conserver une atmosphère satisfaisante pour les effets de foule, avec une réverbération moyenne aux alentours de 10 secondes. Il faut également mentionner que l'intelligibilité de la sonorisation devrait se trouver sensiblement améliorée dans tous les gradins.

RÉFÉRENCES

- MIGNERON J.-G. et LECLERC D.: "Modélisation de l'intelligibilité pour le nouveau système de sonorisation du Stade Olympique de Montréal", pp.39-45, in An. Meet. of the Can. Acous. Ass., Halifax, 1989.
- MIGNERON J.-G.: "Analyse acoustique du Stade Olympique de Montréal", pp. 195-198, in 13 th. International Congress on acoustics, Vol.2, Belgrade, 1989.
- MIGNERON J.-G. et coll.: "Analyse acoustique du Stade Olympique de Montréal", 124 p., CRAD/ADS Télécommunications, nov.1988.