



EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DU VITRAGE VIS- A-VIS LE BRUIT AERIEN EXTERIEUR

*BOULEMAREDJ Ali⁽¹⁾, HARIDI Fatma Zohra⁽²⁾, BOUTTOUT Abdelouahab⁽³⁾, SAIFI Amel⁽⁴⁾

¹Université 8 mai 1945, département d'architecture, Laboratoire de Génie Civil et d'Hydraulique,
boulemaredj.ali@univ-guelma.dz

²Université 8 mai 1945, département d'architecture, Laboratoire de Génie Civil et d'Hydraulique,
haridi.fatmazohra@univ-guelma.dz

³Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment, CNERIB, 16000, Cité Nouvelle El
Mokrani, Soudania, bouttout@gmail.com

⁴Université 8 mai 1945, département d'architecture, Laboratoire de Génie Civil et d'Hydraulique,
saifi.amel@univ-guelma.dz

Résumé

Les techniques modernes du savoir constructif s'orientent vers la recherche écologique et le confort durable afin d'optimiser le cadre de vie des occupants dans leur lieu habité. Cette contribution porte un exemple d'étude concernant l'évaluation des performances acoustiques de deux types de vitrages d'une fenêtre ordinaire appartenant à une pièce d'habitation à Annaba, face au bruit extérieur émis particulièrement par le bruit routier immédiat. Cette expérimentation peut représenter une solution intéressante en rénovation pour offrir un environnement sonore adéquat pour le bien-être de ses usagers. Les résultats obtenus ont montrés que le vitrage épais (6mm) est plus performant que le vitrage mince, d'où le vitrage de 6mm d'épaisseur réduit le bruit de 39,7 %, or le vitrage de 2mm atténué le bruit de 32,9 %. L'analyse des résultats à travers cette étude démontrent qu'il y a une relation entre l'épaisseur du vitrage, les fréquences et les performances acoustique des fenêtres.

Mot-clé : Confort durable, performances acoustiques, vitrage, bruit routier, logement

INTRODUCTION

Pour assurer le confort dans les bâtiments résidentiels, certaines exigences techniques doivent être respectées selon les normes conventionnelles, où les performances des éléments sont mises au point de l'évaluation. L'isolation thermique et acoustique est deux déterminants majeurs de la qualité de vie des occupants qu'ils cherchent à les améliorer. Or, ces deux facteurs dépendent essentiellement





sur les caractéristiques de la façade. De point de vue acoustique, la fenêtre peut représenter un pont phonique dans l'enveloppe d'une construction vis-à-vis des bruits extérieur et elle constitue un point faible d'isolation sonore, liée principalement au : manque d'épaisseur du vitrage – mauvais état de la mastic – mauvaise étanchéité à l'air [1]. La majorité des bruits sont transmis par l'air : les travaux de chantier, les klaxons des véhicules, les cris... Un problème fréquent est celui de l'optimisation à apporter lorsque l'isolation acoustique contre les bruits aériens semble déficiente. Il est cependant atteignable de lutter contre ce type de pollution sonore en augmentant les performances acoustiques des éléments séparatifs, à travers des solutions réalisables et accessibles en matière de coût afin d'améliorer le confort acoustique des locaux.

Dans le cas de l'Algérie, la réglementation acoustique reste modeste au niveau de l'actualisation et la mise en application. Elle contient en fait deux lois, un décret et un DTR mis en charge dans la période entre 1983 et 2003 [2]. Plusieurs chercheurs ont contribué à l'analyse des performances acoustiques des façades, notamment les fenêtres, vis-à-vis le bruit aérien extérieur. A titre d'exemple, Kęstutis Miškinis, Vidmantas Dikavičius et Arūnas Burlingis (2016) [3], ont étudié les caractéristiques acoustiques et thermiques des fenêtres en bois à triple vitrage. Buratti et Moretti (2010) [4], ont étudié les propriétés acoustiques des fenêtres. Naveen Garg, Omkar Sharma et Sagar Maji (2011) [5] ont effectué une investigation expérimentale de la transmission du bruit à travers un simple, un double et un triple vitrage. Diaz et Pedrero (2008) [6] ont réalisé une étude expérimentale dans laquelle l'effet des volets roulants et des caissons de volets sur l'isolation des fenêtres aux bruits aériens a été étudié.

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'affaiblissement acoustique du vitrage d'une fenêtre façadière standard et de voir sa capacité à réduire la transmission du bruit extérieur dans le local de réception. Dans cette recherche, le model « type » des fenêtres, à cadre en bois à simple vitrage (mince) qui sont généralement installés dans les bâtiments résidentiels en Algérie, était analysé et remplacé par un autre vitrage plus épais, par rapport à des mesures in-situ en utilisant des outils numériques et informatiques pour avoir les valeurs de différents indices acoustiques : L_p , R'_w et R_{Atr} .

2. MÉTHODE EXPERIMENTALE

En raison de la nature peu commune de cette étude, il n'existe pas de norme algérienne imposant une méthode complète à suivre pour mesurer ou analyser les caractéristiques acoustiques des fenêtres. Pour cette raison, une méthodologie d'essai a été empruntée en rapport avec la norme ISO 717-1 (2013): Evaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction, partie 1 : Isolement aux bruits aériens.

La norme ISO 717-1 (actualisée en 2020) fournit une méthode précise pour la détermination des quantités uniques appropriées d'isolation aux bruits aériens dans les bâtiments, en fonction d'une courbe de référence, où R_w , R'_w , $D_{n,w}$ ou $D_{nT,w}$ et les deux termes d'adaptation C et C_{tr} sont indiqués.





Les mesures acoustiques ont été effectuées pendant 6 jours consécutifs en période diurne, sous de bonnes conditions météorologiques, au niveau d'un bâtiment résidentiel à 5 étages, Bloc C28 (fig.1), situé dans la cité du 900 logts à El Bouni, au Sud de la ville d'Annaba, Algérie, construit dans les années 1970 en béton ordinaire par un système constructif en murs porteurs. L'étude a été menée à la base de désagrément de l'occupant d'un appartement F4 (Fig.2) situé au 1er étage, dans une chambre meublée (4x3x3m) et la plus exposée à des nuisances sonores élevées de bruit extérieur dû au trafic routier, particulièrement au bruit du camion de ramassage quotidien des ordures.



FIGURE 1. Situation du bâtiment étudié

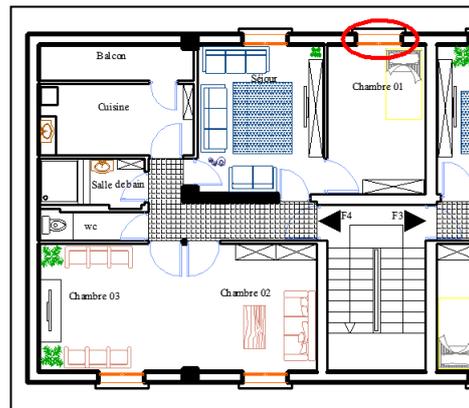


FIGURE 2. Plan de l'appartement étudié

La méthode adoptée pour le mesurage des indices acoustiques susmentionnés afin de tester la capacité de la fenêtre standard fermée (fig.3) à réduire les niveaux sonores dus principalement au bruit du camion de ramassage journalier des ordures, est divisée en 2 phases :

A- Phase des mesures in-situ en fonction du vitrage mince (2mm d'épaisseur) pour 3 jours :

- 1- Mesurer directement en temps réel, les niveaux moyens de pressions acoustiques équivalentes continues pondérées (L_{Aeq}) et les niveaux moyens de pression acoustique (L_p) à la source, par bandes de tiers d'octaves sur un intervalle de temps T de 14secondes.
- 2- Mesurer directement en temps réel, les niveaux moyens de pressions acoustiques équivalentes continues pondérées (L_{Aeq}) et les niveaux moyens de pression acoustique (L_p) à l'intérieur de local de réception, à 1,5m de la fenêtre, par bandes de tiers d'octaves sur un intervalle de temps T de 14secondes.

B- Phase des mesures in situ en fonction du vitrage épais (6mm d'épaisseur) pour les 3 jours qui se suivent :

- 1- Mesurer directement en temps réel, les niveaux moyens de pressions acoustiques équivalentes continues pondérées (L_{Aeq}) et les niveaux moyens de pression acoustique (L_p) à la source, par bandes de tiers d'octaves sur un intervalle de temps T de 14secondes.
- 2- Mesurer directement en temps réel, les niveaux moyens de pressions acoustiques équivalentes continues pondérées (L_{Aeq}) et les niveaux moyens de pression acoustique (L_p) à l'intérieur de local de réception, à 1,5m de la fenêtre, par bandes de tiers d'octaves sur un intervalle de temps T de 14secondes.





A noter que la persienne existante doit être obligatoirement ouverte pour qu'elle ne réagisse pas sur la justesse des valeurs obtenues.

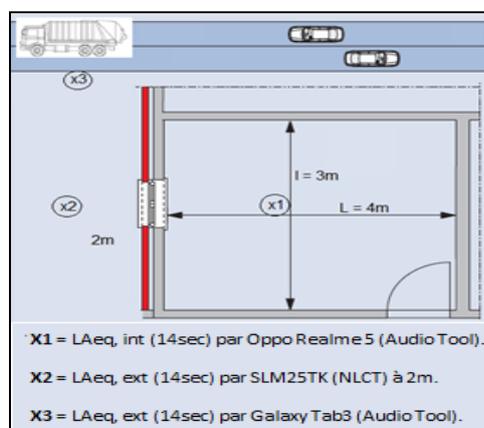


Figure 3. Schéma représentatif du local étudié et l'emplacement des points de mesure

3. RESULTATS

Après avoir établi la campagne de mesures nécessaires au sein de la chambre étudiée, jugée par son occupant et le propriétaire de l'appartement comme étant inconfortable acoustiquement par rapport au bruit aérien extérieur, notamment le bruit du camion de ramassage de poubelle, le tableau 1 résume les valeurs obtenues du niveau moyen de pression acoustique continu équivalent pondéré A (LAeq, 14sec) ainsi que les valeurs du niveau moyen de pression acoustique Lp, par rapport au vitrage de 2mm :

Tableau 1. Résultats expérimentales du LAeq et Lp de vitrage de 2mm

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Lsource	Lint	Lsource	Lint	Lsource	Lint
LAeq moyen (dB)	89,8	59,7	88,4	59,6	88,5	59,7
Lp moyen (dB)	90	59	88	59,2	88,6	59,1

D'après tableau.1, il est bien évident que la chambre subit un bruit très fort du camion de ramassage des ordures qui peut atteindre jusqu'à 90 dB. Les niveaux sonores (Lint) perçus à l'intérieur du local de réception sont considérablement élevés atteignant les 60 dB, ce qui provoque un désagrément et cause par la suite un inconfort auditif chez l'occupant de la chambre.

Tableau 2 présente les valeurs obtenues du niveau moyen de pression acoustique continu équivalent pondéré A (LAeq, 14sec) ainsi que les valeurs du niveau moyen de pression acoustique Lp, par rapport au vitrage de 6mm :





Tableau 2. Résultats expérimentales du LAeq et Lp de vitrage de 6mm

	Jour 4		Jour 5		Jour 6	
	Lsource	Lint	Lsource	Lint	Lsource	Lint
LAeq moyen (dB)	87,8	54,4	85	54,2	86,7	54,1
Lp moyen (dB)	88	53,5	84	54	85	53

Par le remplacement du vitrage de 2mm par un autre plus épais, de 6mm d'épaisseur, une amélioration remarquable est observée dans les niveaux du bruit perçus à l'intérieur du local de réception. Dans tableau.2, une baisse de 6dB est obtenue entre le bruit perçu de part et d'autre de l'élément de séparation.

D'autres descripteur important du bruit, très fréquemment utilisé pour caractériser les performances acoustiques des éléments de séparation, notamment les vitrages, en fonction des fréquences par bandes de tiers d'octave (100 à 3150 Hz) est l'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré R'_w , mesuré in-situ, défini dans la norme ISO 717-1 (2020) comme étant une quantité unique appropriée d'isolation aux bruits aériens dans les bâtiments.

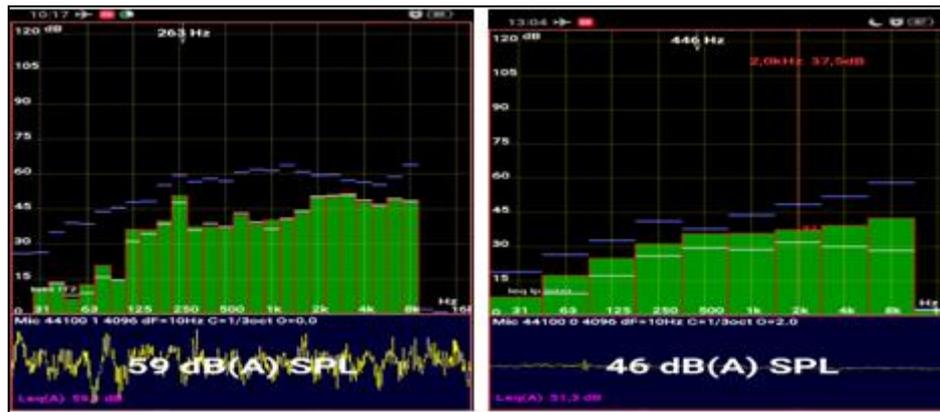


Figure 4. Spectres sonores par rapport au vitrage de 2mm et 6mm respectivement

A l'aide de l'application androïde Audio Tool installée et calibrée sur le Smartphone Oppo Realme 5 comme étant un capteur sonore, la figure 4 démontre les spectres sonores du bruit perçu à l'intérieur du local de réception, au moment de l'émission du bruit par le camion de ramassage des ordures, pendant que la fenêtre est fermée. D'après les valeurs de mesure dérivées de ces spectres, on a pu calculer et tracer les courbes de mesure comparées par la courbe de référence indiquée dans la norme ISO 717-1. Les rapports exemplaires suivants (fig.5 et 6) donnent les principaux résultats de mesurage du bruit, où :

$R_{atr} = 23$ dB pour le vitrage de 2mm et $R_{atr} = 28$ dB pour le vitrage de 6mm.



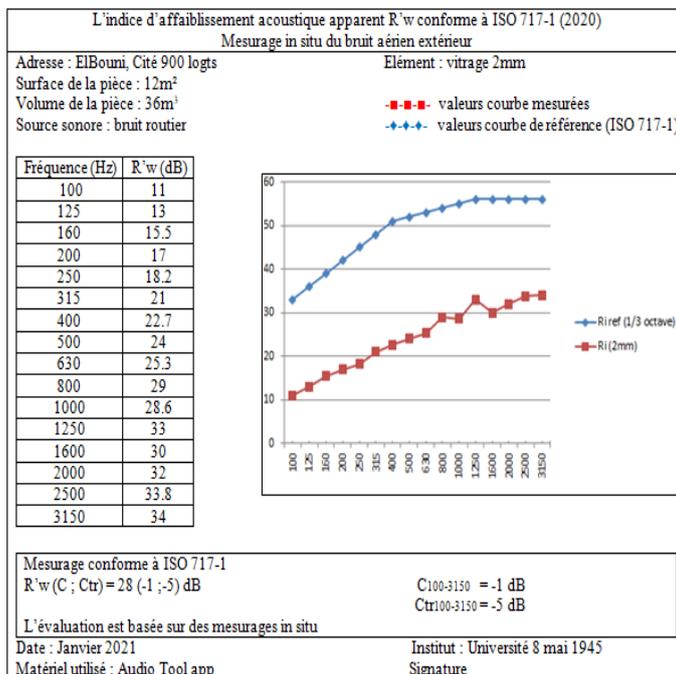


Figure 5. Exemple de formulaire pour l'expression des résultats pour le vitrage de 2mm

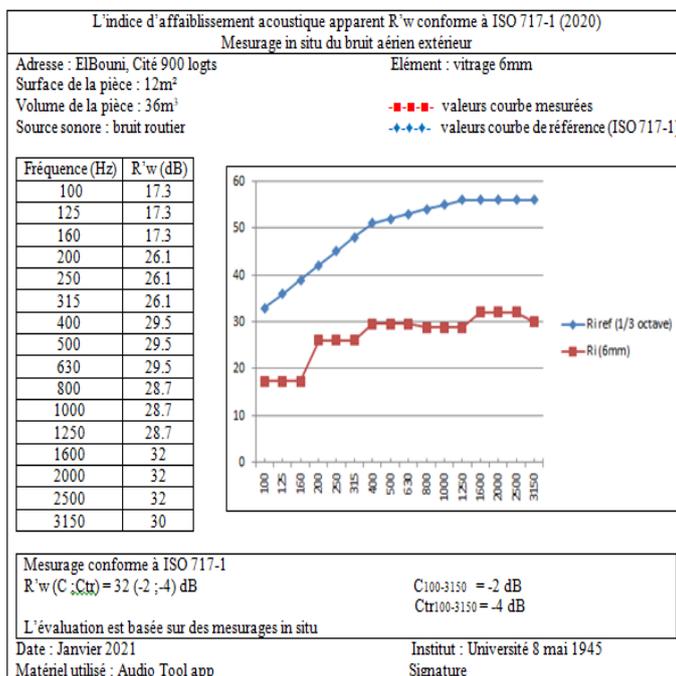


Figure 6. Exemple de formulaire pour l'expression des résultats pour le vitrage de 6mm





Nous pouvons remarquer à partir des courbes et des valeurs obtenues des indices d'affaiblissement acoustique apparent pondéré $R'w$ (fig.10) que les performances acoustiques du vitrage de 6mm sont élevées dans les basses fréquences de 100 à 1000 Hz, par rapport à celui de 2mm qui semble performant dans les hautes fréquences (au-dessus de 1000 Hz), par la suite nous confirmons que la loi de masse est observée à travers cette expérience (plus l'épaisseur est augmentée, meilleure est l'isolation acoustique

4. CONCLUSIONS

Les résultats obtenus montrent que le niveau sonore dépasse le seuil majorant exigé par la réglementation algérienne et internationale qui est de 30 à 35 dB à l'intérieur des pièces de repos. On peut dire que les niveaux d'isolement pour le logement testé vis-à-vis le bruit aérien extérieur peuvent facilement être améliorés à travers un simple geste de changement du vitrage, dont il peut nous faire gagner un affaiblissement acoustique de 5dB. De plus, on a pu également vérifier la fiabilité de l'application Audio Tool app, qui aide à capter, traduire et évaluer les nuisances sonores, vu que les valeurs de $R'w$ obtenues sont compatibles avec les valeurs des performances acoustiques conventionnelles des vitrages. Les objectifs préconisés pour cette étude ont été au juste montrer d'un côté qu'il existe de solutions réalisables et financièrement accessibles pour lutter contre le bruit et d'un autre côté plus profond que tout projet de logements collectifs pourrait être amené à prendre en compte les enjeux des nuisances acoustiques lors de la conception, de l'établissement du cahier des charges et lors de l'exécution des travaux.

REFERENCES

- [1] L. Hamayon, Comprendre simplement l'acoustique des bâtiments, 2nd ed, Le moniteur, Paris, 2010, p 171
- [2] A. Gramez. Introduction à la réglementation acoustique Algérienne et la réhabilitation acoustique des façades. Société Française d'Acoustique - SFA. 10ème Congrès Français d'Acoustique, 2010.
- [3] K. Miskinis, V. Dikavicius and A. Burlingis, The acoustic and thermal characteristics of wooden triple glazed windows, Noise Control Engr. J, 64, 485-499, 2016.
- [4] C. Buratti and E. Moretti, Traffic Noise Pollution: Spectra Characteristics and Windows Sound Insulation in Laboratory and Field Measurements, Journal of Environmental Science and Engineering, 4, 2010.





- [5] N. Garg, O. Sharma and S. Maji, Experimental investigations on sound insulation through single, double & triple window glazing for traffic noise abatement, *Journal of Scientific & industrial research*, 70, 471-478, 2011.
- [6] C. Diaz and A. Pedrero, An experimental study on the effect of rolling shutters and shutter boxes on the airborne sound insulation of windows, *Applied acoustics*, 70, 369-377, 2009.
- [7] EN ISO 717-1. Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and building elements – Part 1: Airborne sound insulation, 2020.

