

# Modernisation de la ventilation et des performances acoustiques d'enveloppe de locaux hospitaliers affectés par le bruit du trafic aérien : Retour d'expérience

**Thomas Toulemonde,**  
**Thomas Smilek**  
IMPEDANCE  
33 rue Godot de Mauroy  
75009 Paris  
E-mail : contact-batiment@impedance.fr

**Patrick Da Silva**  
CAP INGELEC  
112 avenue Daumesnil  
75012 Paris  
E-mail : contact@capingelec.com

## Résumé

*Pour se prémunir du bruit lié au trafic aérien de l'aéroport Paris Charles de Gaulle, le centre hospitalier de Montmorency dans le Val d'Oise a souhaité renforcer l'isolation acoustique de son enveloppe. Cette opération a nécessité une étude acoustique détaillée, adaptée à chaque catégorie de locaux. Celle-ci a contribué à améliorer significativement l'étanchéité du bâtiment, ce qui a entraîné des perturbations dans le renouvellement d'air. Une rénovation de la ventilation s'est donc avérée nécessaire. Pour une telle opération, la coopération entre l'acousticien et le thermicien est primordiale : elle permet de surmonter les apparentes contradictions entre les impératifs de chaque métier, de faciliter la mise en œuvre des solutions sur le chantier et d'éviter les accidents classiques, notamment l'émergence d'une nouvelle gêne sonore entre occupants de locaux voisins. De plus, elle permet en améliorant le confort acoustique, de réaliser des économies d'exploitation (chauffage et ventilation).*

## Contexte réglementaire

Depuis la mise en application de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit<sup>1</sup> une taxe est dédiée à la mise en œuvre des dispositions nécessaires à l'atténuation des nuisances sonores au voisinage des aérodromes. Cette taxe est affectée à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et est intégralement destinée à couvrir les dépenses d'aide aux riverains dans les conditions fixées par décret en Conseil d'État.

Pour définir les riverains pouvant prétendre à l'aide, il a été institué, pour chaque aérodrome visé par cette taxe, un plan de gêne sonore (PGS), constatant la gêne réelle subie autour de ces aérodromes.

Premier aérodrome de France, l'aéroport de Paris Charles de Gaulle est naturellement tributaire de cette taxe et dispose donc à la fois d'un PGS en bonne et due forme<sup>2</sup> et d'une commission composée de représentants de l'État, des collectivités territoriales intéressées, des exploitants d'aéronefs, des associations de riverains et d'Aéroports de Paris, gestionnaire de l'aérodrome.

Les bénéficiaires de l'aide peuvent être des particuliers comme des institutions – à condition que le bâtiment considéré s'inscrive en zone I, II ou III du PGS.

Une convention est établie entre ces riverains et Aéroports de Paris, société gestionnaire, qui prévoit une première étape destinée à valider l'éligibilité du projet d'amélioration.

Les fonds sont ensuite versés au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

## Étude de cas : l'hôpital de Montmorency

L'hôpital Simone Veil, partie prenante du Groupement hospitalier Eaubonne Montmorency (Val d'Oise), dispose d'un ensemble immobilier situé dans le centre historique de Montmorency, en limite de zone III du PGS de l'aéroport Paris Charles de Gaulle.

La direction immobilière du centre a établi une convention d'indemnisation pour l'amélioration de trois bâtiments dédiés à l'hébergement et aux soins :

- le bâtiment HOME, datant des années 1960 et regroupant des chambres de garde et des logements affectés au personnel de l'hôpital,

1-<http://www.legifrance.gouv.fr> / 2-<http://www.acnusa.fr>

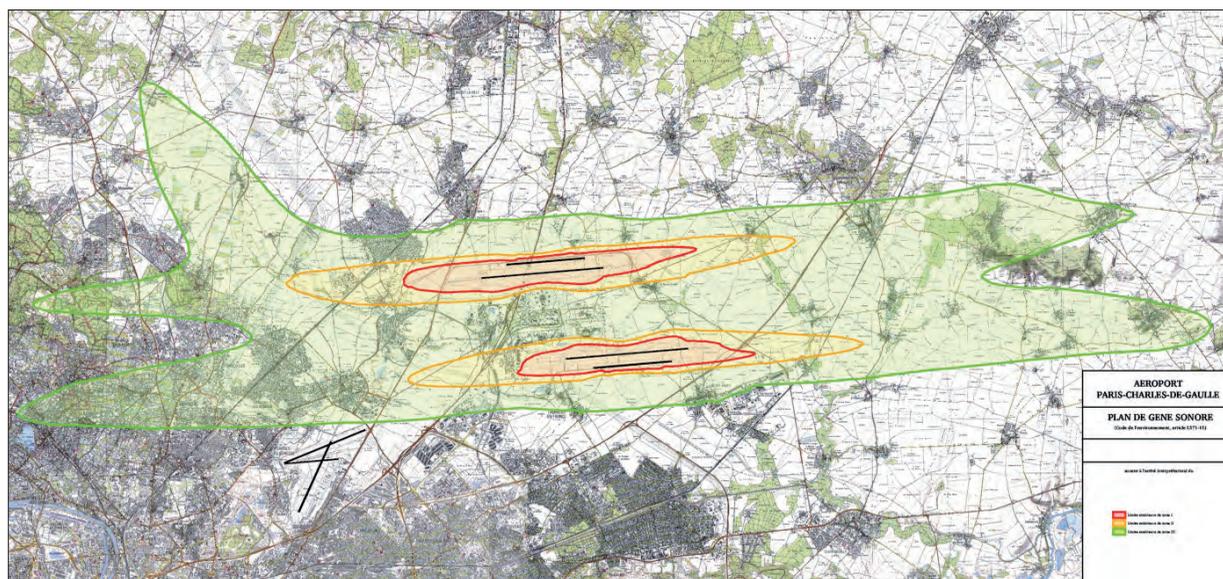


Fig. 1 : Plan de Gêne Sonore de l'aéroport Paris Charles de Gaulle - Paris Charles de Gaulle airport's noise disruption plan

- le bâtiment LANGUMIER, un EHPAD (Établissement hospitalier pour personnes âgées dépendantes) construit au début des années 1980,
- le bâtiment A-B, constitué de 7 niveaux et datant des années 1960, destiné aux soins et à l'hébergement de courte durée. Il inclut notamment une maternité.

Aéroports de Paris a confié l'examen technique de la demande d'indemnisation à la société Acoustique Audit Espace 9, qui a réalisé un premier diagnostic acoustique, assorti de recommandations de principe relatives à la ventilation et d'un chiffrage estimatif du coût des travaux.

L'étude préliminaire a identifié 670 châssis vitrés de 61 types différents à remplacer pour le renforcement de l'isolation acoustique.

Le groupement constitué par Impédance et Cap Ingélec, en qualités respectives de bureaux d'études acoustiques et bureau d'études thermiques, a remporté l'appel d'offre du marché de Maîtrise d'œuvre (MOE) et pilotage des travaux, émis par le gestionnaire de l'hôpital. La mission de Maîtrise d'œuvre portait notamment sur l'obtention des performances acoustiques, l'optimisation du coût des travaux, la mise en œuvre d'un phasage adapté au site occupé et le respect des coûts et des délais.

### Etat des lieux

Dans tous les bâtiments visités, les châssis vitrés extérieurs présentaient des symptômes similaires (figure 2) :

- simple vitrage responsable de piètres qualités acoustiques et thermiques,
- menuiseries sans rupture de ponts thermiques,
- joints d'étanchéité sommaires et vétustes, responsables de transmissions sonores parasites, bien que favorables au renouvellement de l'air par infiltration.

Les parois opaques de l'enveloppe étaient généralement dépourvues de doublage d'isolation thermique,

ce qui ne nuisait pas particulièrement à l'isolation acoustique de l'enveloppe et par conséquent ne constituait pas un défaut couvert par la convention d'indemnisation des travaux d'amélioration.

Ceux-ci avaient donc deux objectifs :

- Renforcer l'isolation acoustique de l'enveloppe des trois bâtiments, avec une exigence d'amélioration de l'isolement initial d'au moins 5 dB(A) et un isolement minimum recherché DnAT rose = 35 dB(A)
- Rénover la ventilation mécanique afin d'assurer le renouvellement d'air hygiénique dans les locaux.

Les objectifs d'isolement acoustique sont basés sur un «saut en performance» à l'issue des travaux exigé par le financeur pour justifier du bon usage des fonds alloués.

De plus, le bureau d'études acoustiques s'était assuré, pour chaque bâtiment, que les isolements au bruit aérien entre locaux mitoyens ne seraient pas dégradés après travaux afin d'éviter les «problèmes de voisinage». Les résultats des mesures initiales correspondant aux critères souhaités par l'arrêté du 25 avril 2003 (DnT,A ≥ 42 dB entre locaux d'hébergement ou bureaux), cet objectif a été retenu dans la suite des études.

### Résultats du diagnostic, préconisations et résultats sur cellules témoins

#### Bâtiment HOME

Le rez-de-chaussée et les deux premiers étages sont essentiellement constitués par des chambres de garde avec des fenêtres des années 80 à châssis en aluminium avec du simple vitrage sans entrée d'air.

Le diagnostic de ventilation avait démontré l'absence d'extraction autoréglable : les bouches à débit fixe assuraient une très bonne extraction en début de réseau qui devenait quasiment nulle au fond du couloir dans la dernière chambre (absence d'équilibrage aéraulique des réseaux).



Fig. 2 : Exemples de châssis vitrés dans leur état initial - *Exemples of existing framed windows*

Par ailleurs, il n'y avait pas d'entrées d'air, l'amenée d'air neuf se faisait par infiltration (liée à la mauvaise étanchéité du bâtiment). Les bouches et extracteurs de ventilation existants ont été remplacés, tandis que des entrées d'air et des registres au niveau du nouveau réseau ont été mis en œuvre afin d'équilibrer les différentes antennes et ainsi assurer dans tous les cas un débit autoréglable correct dans tout le bâtiment.

L'isolement initial  $D_{nAT}$  rose était de l'ordre de 33 à 34 dB(A). Sur la figure 3, page suivante, on reconnaît bien la courbe très chahutée qui correspond à des problèmes d'étanchéité.

La solution a consisté à créer des châssis aluminium à rupture de pont thermique neufs, munis de joints d'étanchéité efficaces et de doubles vitrages comportant un vitrage feuilleté (pour des raisons de sécurité, mais participant à la performance acoustique) ; afin de rétablir le renouvellement de l'air, des entrées d'air acoustiques en menuiserie, aussi performantes que possibles ( $D_{new+C} \geq 42$  dB), ont été préconisées. Malheureusement, la cellule témoin réalisée par l'entreprise comportait une entrée d'air de performance et de qualité de pose médiocres ce qui a entraîné un isolement fortement limité malgré la performance du châssis. L'entrée d'air a, bien entendu, été refusée!

Pour les logements de fonction au troisième étage, on a obtenu de meilleurs résultats ( $D_{nAT}$  rose = 36 dB(A)) dus aux châssis PVC avec un double vitrage mais avec une entrée d'air qui se traduit sur la courbe (figure 4, page suivante) par la chute d'isolement dans les aigus.

Dans ce cas de figure, l'amélioration de 5 dB(A) porte l'exigence à  $D_{nAT}$  rose = 41 dB(A), incompatible avec l'utilisation d'entrées d'air en menuiserie. Un système de type double-flux a donc été prévu pour les locaux situés au dernier étage ; le procédé de récupération d'énergie intégré permet par ailleurs de limiter sensiblement les consommations de chauffage de ces locaux, par le réchauffage de l'air neuf par l'air vicié extrait, réalisé à travers l'échangeur du caisson de ventilation.

#### Bâtiment LANGUMIER

Il s'agit d'un EPHAD construit dans les années 1980, avec des loggias fermées par des baies vitrées à châssis coulissants en aluminium avec un simple vitrage et des coffres de volets roulants à l'air libre avec un simple masque visuel. De plus, derrière le coffre, il y avait une imposte aveugle en simple tôle ce qui entraînait un très mauvais isolement de façade ( $D_{nAT}$  rose = 28 dB(A)).

#### Conditions de mesurage

IMPÉDANCE a procédé à deux campagnes de mesurages *in situ* :

- préalablement aux travaux, afin de caractériser aussi précisément que possible les performances acoustiques des locaux de vie concernés,
- et sur les cellules témoins réalisées au début de la phase travaux par les entreprises titulaires du marché.

Les mesurages d'isolement de façade ont été effectués selon les dispositions de la norme NF S 31-057 (octobre 1982) relative à la vérification de la qualité acoustique des bâtiments, dont l'abrogation n'a à ce jour pas fait l'objet d'une publication explicite au Journal Officiel. De même, les isolements acoustiques étaient jusqu'à récemment exprimés sous la forme  $D_{nAT}$  rose. La durée de réverbération de référence est égale à 0,5 secondes.

Les mesurages d'isolement sont réalisés au moyen d'une source de bruit artificielle constituée d'un générateur de bruit rose, d'un amplificateur et d'un haut-parleur de directivité connue. L'ensemble permet de délivrer un niveau de bruit stable et de fort niveau sur l'ensemble du spectre mesuré (tiers d'octaves centrés sur 100 Hz à 5 000 Hz) afin que le rapport signal sur bruit du signal mesuré à l'intérieur des locaux de réception soit suffisant.

Naturellement, les fenêtres et les portes sont maintenues fermées pendant les mesurages.

Les chaînes de mesure sonométriques utilisées sont des systèmes de classe 1.

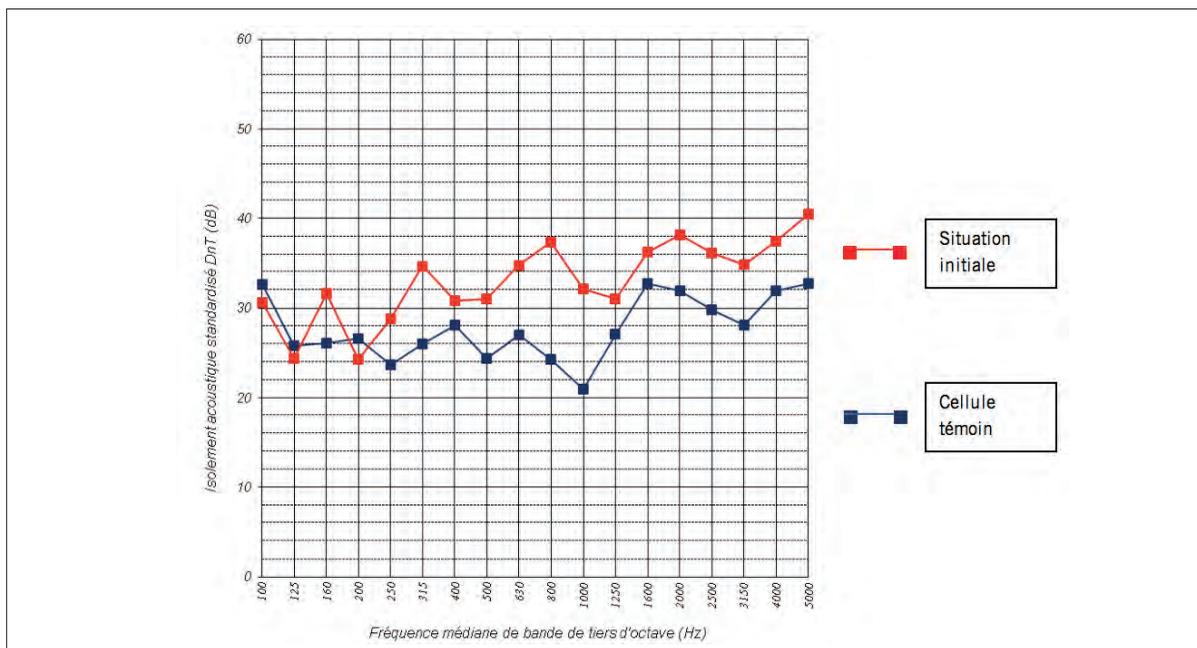


Fig. 3 : Résultat des mesures d'isolement avant/après au RdC du bâtiment HOME  
Measurement results before/after for ground floor of HOME building

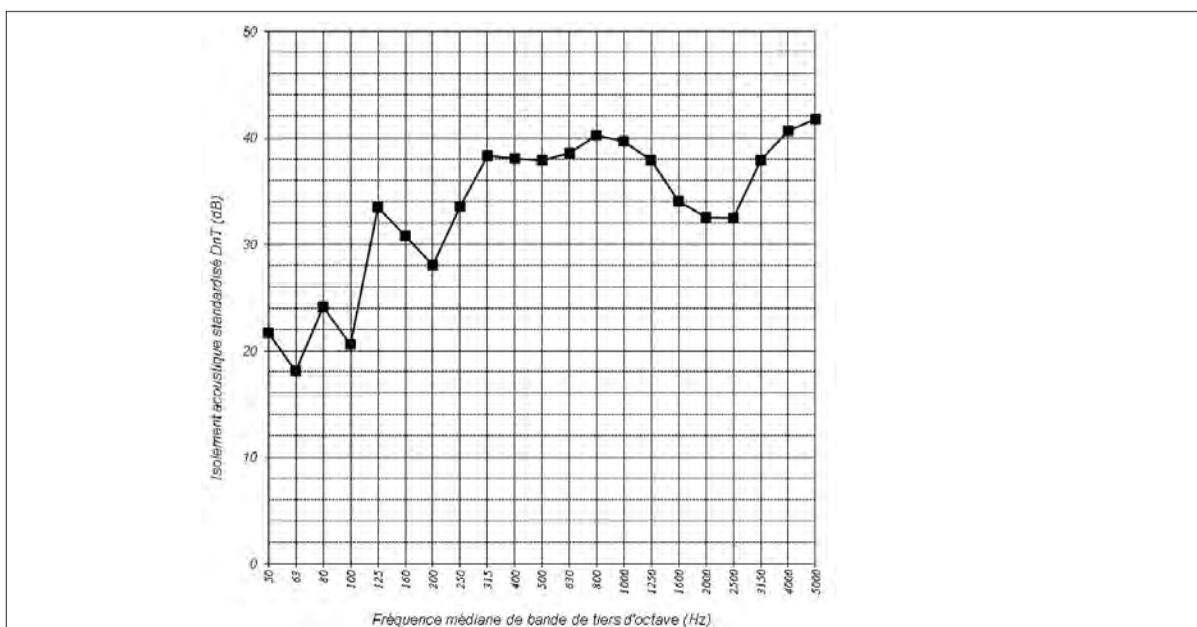


Fig. 4 : Résultat des mesures d'isolement initial au R+3 du bâtiment HOME  
Initial measurement results for 3rd floor of HOME building

Il existait un système d'extraction dans ce bâtiment pour l'ensemble des sanitaires/SDB existants, ainsi que dans les offices (cuisines) et locaux déchets ; cependant, comme pour le bâtiment HOME, il n'y avait pas d'entrées d'air existantes (renouvellement d'air neuf hygiénique réalisé par infiltration).

Les bouches et extracteurs de ventilation existants ont donc été remplacés, tandis que des entrées d'air et des registres au niveau du nouveau réseau ont été mis en œuvre afin d'équilibrer les différentes antennes et ainsi

assurer dans tous les cas un débit autoréglable correct dans tout le bâtiment.

Il a été décidé de remplacer tous les châssis vitrés et d'installer des blocs-baies (figure 6) pour les locaux équipés de coffres de volets roulants, à charge à l'entreprise d'assurer un bon colmatage en périphérie des châssis neufs, fixés sur les bâtis des châssis initiaux.

Cette solution permet d'aller beaucoup plus vite notamment pour la rénovation en site occupé.



Fig. 5 : Volets roulants extérieurs à l'air libre  
Open air exterior roller shutters



Fig. 6 : Blocs-baies mis en œuvre : vue intérieure et extérieure  
Windows with integrated roller shutter, as built : interior and exterior insights

Le résultat obtenu est satisfaisant à tous points de vue (figure 7, page suivante): l'isolement visé est dépassé, l'entrée d'air implantée dans le coffre de volet roulant assure le renouvellement d'air hygiénique sans occasionner de transmissions sonores excessives, la superposition du châssis neuf sur le bâti ancien présente des points faibles ponctuels mais qui ne suffisent pas à remettre en cause l'isolement visé (cf. figure 8).

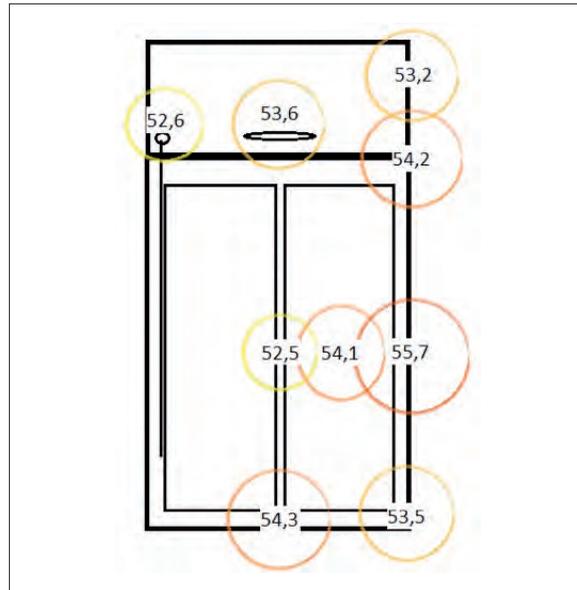


Fig. 8 : Vérification de l'homogénéité des transmissions acoustiques autour d'un bloc-baie, par des mesures de pression acoustique en champ proche  
Homogeneity check of acoustical transmissions throughout a window with integrated roller shutter, performed by near field measurements of acoustical pressure

De l'autre côté du bâtiment, on avait plutôt des bureaux et des salles de soins avec des châssis de fenêtre sans coffre de volets roulants. L'isolement minimal était égal à  $D_{nAT\ rose} = 35\text{ dB(A)}$ , ce qui est une bonne performance pour des châssis coulissants de 30 ans d'âge. L'objectif visé était fixé à  $D_{nAT\ rose} = 40\text{ dB(A)}$ , avec des châssis ouvrants à la française et des entrées d'air en menuiserie. Cet objectif a été atteint de justesse dans le local témoin, en tenant compte de la tolérance usuelle. La création d'une entrée d'air en menuiserie a, comme dans le bâtiment HOME, été l'élément le plus pénalisant, du fait de la performance limitée de ce dispositif autour de la fréquence 1 kHz : la chute d'isolement y est clairement audible, comme en témoigne la figure 9, page suivante.

Le tableau ci-après résume les isolements recherchés et obtenus à la date de rédaction du présent article :

Bâtiment	Local de réception	$D_{nAT\ rose}$ initial	$D_{nAT\ rose}$ visé après travaux	$D_{nAT\ rose}$ Mesuré sur cellule-témoin
Home	Chambre de garde (RdC)	34 dB(A)	39 dB(A)	27 dB(A)
Home	Logement de fonction (R+3)	36 dB(A)	41 dB(A)	Non achevé
Langumier	Bureau : Châssis coulissant sans volet	35 dB(A)	40 dB(A)	39 dB(A)
Langumier	Chambre: Châssis coulissant avec volet	28 dB(A)	35 dB(A)	42 dB(A)

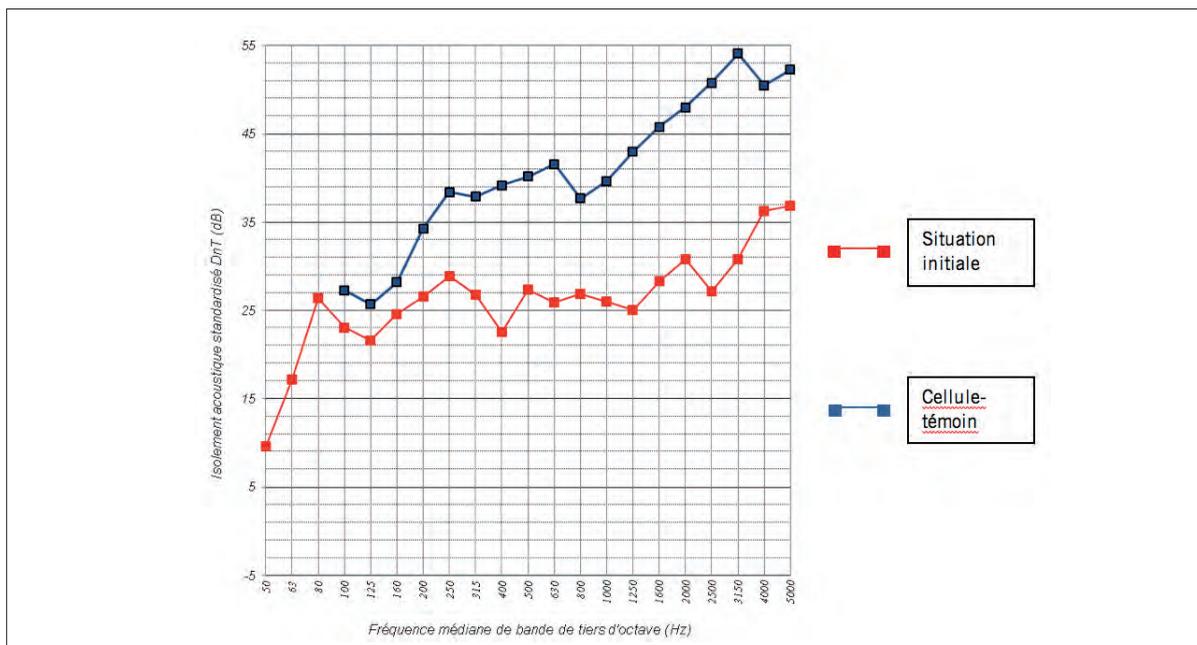


Fig. 7 : Résultat des mesures d'isolement avant/après dans une chambre d'hébergement du bâtiment LANGUMIER  
Measurement results before/after for an accommodation room in LANGUMIER building

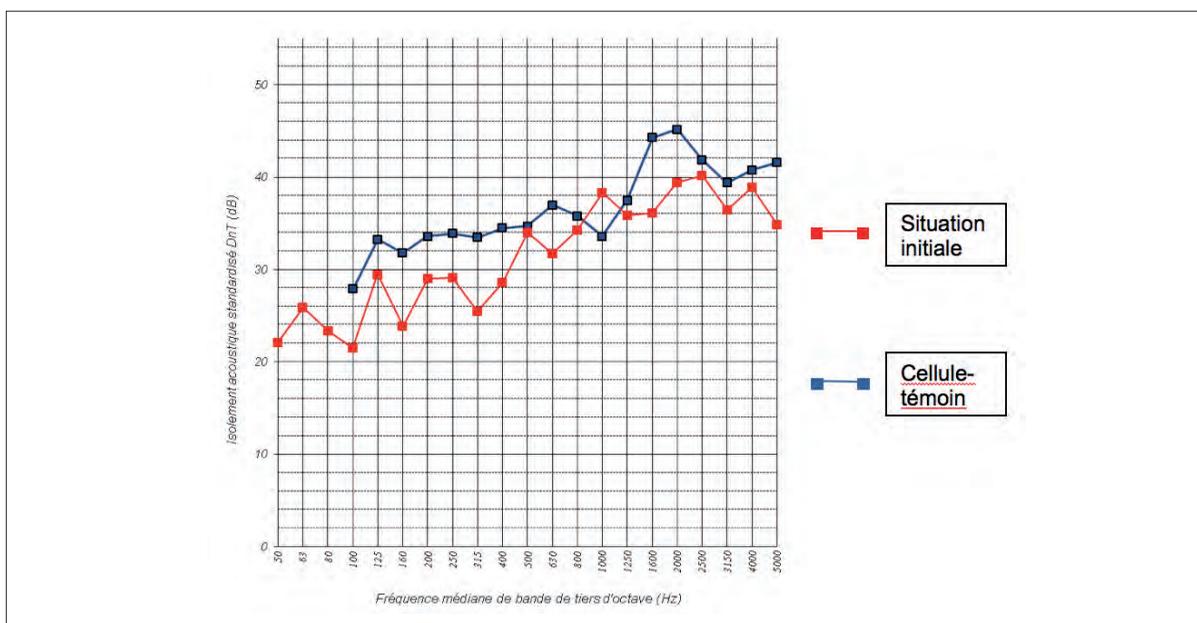


Fig. 9 : Résultat des mesures d'isolement avant/après dans un bureau dans volet roulant du bâtiment LANGUMIER  
Measurement results before/after for an office without roller shutter in LANGUMIER building

### Conclusions : points de vigilance et contradictions à résoudre

Le premier problème est qu'il a fallu repercer l'étanchéité de la façade pour pratiquer des entrées d'air. Deuxièmement, ce qui est moins systématique, il a fallu faire une rénovation chambre par chambre. Le menuisier fait une rénovation à l'horizontale alors que le chauffagiste pratique une rénovation de l'extraction à la verticale. C'est donc ce problème de phasage qu'il a fallu résoudre avec les entreprises.

La méconnaissance des entreprises concernant les performances acoustiques des dispositifs d'entrée d'air en façade a

occasionné malheureusement de fréquentes erreurs de sélection, de même qu'une pose trop souvent imparfaite, source de transmissions sonores indésirables. Dans de telles conditions, le rôle de la Maîtrise d'œuvre ne doit pas s'arrêter aux études : un suivi rigoureux du chantier s'avère indispensable pour détecter et faire corriger de tels défauts.

Enfin, une attention particulière a été portée aux interactions ventilation/acoustique sachant que lorsqu'on réduit le bruit extérieur, on augmente le bruit provenant du local voisin et quand on a des gaines d'extraction communes à deux chambres mitoyennes, il faut éviter des transmissions parasites par le conduit de ventilation.

