

# SONORISATION DES GRANDS ÉDIFICES – APPLICATION AU MÉTRO DE MONTRÉAL

**Joris Brun-Berthet**

Acoustique et Vibration, Dessau, 1080 côte du Beaver Hall, bureau 300, Montréal (Québec) H2Z 1S8  
[joris.brun-berthet@dessau.com](mailto:joris.brun-berthet@dessau.com)

## 1 INTRODUCTION

Parmi les différents systèmes de communications, la sonorisation est un moyen très efficace pour s'adresser à un nombre important de personnes. Les édifices publics sont en général munis d'un système de sonorisation permettant de diffuser des messages d'information. Pour la plupart des bâtiments, la conception d'un système de sonorisation ne représente pas un réel défi du point de vue acoustique. En effet, des environnements tels que les hôpitaux, universités et autres institutions sont essentiellement constitués d'un ensemble de petits locaux et de couloirs. La présence de plafonds suspendus et le faible volume des locaux permettent d'obtenir une réverbération adéquate. Ces lieux sont donc propices à la diffusion de messages vocaux.

Lorsqu'un système de sonorisation est requis dans de grands édifices, la réalisation du système est alors beaucoup plus problématique. La réverbération est directement proportionnelle au rapport du volume sur la surface absorbante équivalente (Loi de Sabine). Pour de grands édifices, souvent conçus avec des matériaux durables et majoritairement rigides, le volume des locaux est important et la surface absorbante équivalente est faible. La réverbération rend alors ces locaux hostiles à l'utilisation d'un système de sonorisation, d'autant plus que la diffusion de messages vocaux requiert une réverbération faible pour obtenir une intelligibilité acceptable. Les recommandations pour la réverbération données dans la littérature ne sont généralement pas atteintes dans les espaces publics à grands volumes tels que gymnases, ateliers, gares, stations de métro, lieu de culte et autres espaces publics dont le volume excède souvent 10 000 m<sup>3</sup>.

La présence d'un acousticien lors de la conception d'un système de sonorisation et idéalement lors de la conception du bâtiment destiné à recevoir le système est requise pour l'atteinte de performances acceptables. Malheureusement, les performances sur la sonorisation des édifices publics ne sont que très rarement décrits en termes de critères objectifs.

Dans le cadre de la rénovation des stations du métro de Montréal, nous avons eu l'opportunité de concevoir, faire installer et valider la performance d'un système de sonorisation.

## 2 PRINCIPE DE CONCEPTION

### 2.1 Architecture des locaux

Pour la conception du système de sonorisation, il faut avant tout s'attarder sur les performances acoustiques des locaux en question. Lorsque les locaux sont composés principalement de béton, céramique ou autres matériaux du genre ayant un coefficient d'absorption de quelques pourcents, un

traitement acoustique sur seulement 5% de la surface peut réduire le temps de réverbération d'au moins 50%.

### 2.2 Effet du public

Le public représente à la fois une surface importante d'absorption et une source de bruit à prendre en compte. La conception du système sans public est souvent conservatrice et permet d'obtenir des résultats satisfaisants en situation réelle.

### 2.3 Choix des équipements de diffusion

La sonorisation d'un édifice peut se faire soit : avec de nombreux haut-parleurs installés proche du public afin de réduire au maximum la distance entre la source et le récepteur, soit avec des haut-parleurs ayant une directivité importante et contrôlée afin d'orienter le son uniquement sur le public. La première solution a l'avantage d'utiliser des haut-parleurs standards, facilement interchangeable, mais requiert une infrastructure importante en conduit et câblage qui rend l'intégration architecturale plus difficile. La deuxième solution repose sur l'utilisation de haut-parleurs spécifiques en fonction de l'architecture. Le coût en équipement est alors plus important, mais cette solution permet une meilleure intégration architecturale. Le choix de la méthode dépend alors des besoins du client et des contraintes du projet.

## 3 APPLICATION AU MÉTRO DE MONTRÉAL

Dans le cadre du remplacement du système de sonorisation du métro de Montréal, le logiciel EASE de la compagnie ADA (Acoustic Design Ahmert) a été utilisé comme outil de simulation 3D (figure 1). Il a servi à estimer la performance acoustique selon le critère STI en fonction du choix et du positionnement des haut-parleurs.

Une station est composée de plusieurs volumes, au minimum : des quais, une mezzanine, des corridors et un édicule. Habituellement, les quais représentent le volume le plus réverbérant d'une station. Celui-ci peut être couplé ou non avec les autres volumes de la station en fonction de la réverbération de ceux-ci.

Les principaux critères définis avec le client sont :

- Une intelligibilité égale à 0,45 STI dans l'ensemble des aires couvertes par le système;
- Une intelligibilité minimale de 0,30 STI dans les endroits les plus problématiques;
- Une uniformité et une standardisation des équipements pour l'ensemble des stations du métro.

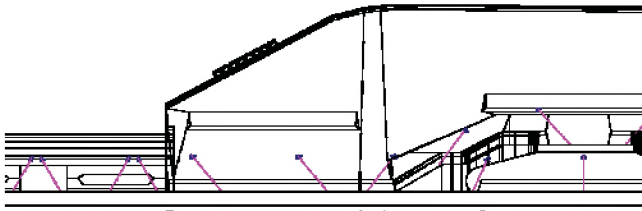


Figure 1 Exemple de modèle de station avec positionnement et orientation des haut-parleurs

La conception a donc été faite à partir de haut-parleurs standards localisés proche du public et répartis uniformément dans l'ensemble des aires à couvrir.

## 4 RÉSULTATS

Les résultats montrés ci-dessous représentent l'intelligibilité obtenue sur les quais des stations pour un échantillon représentatif de 10 stations. Celles-ci ont été regroupées en trois types différents. Premièrement, les stations de type 1, plus facile, où la performance obtenue est acceptable et uniforme. Deuxièmement, les stations de type 2, représentant plus de 80% des stations, où quelques difficultés ont été rencontrées. Troisièmement, les stations de type 3, plus difficiles, où la performance des zones problématiques est légèrement inférieure à la performance voulue. Les temps de réverbération moyens définis entre 500 Hz et 2 kHz, pour les trois types de station, sont montrés dans la figure 2.

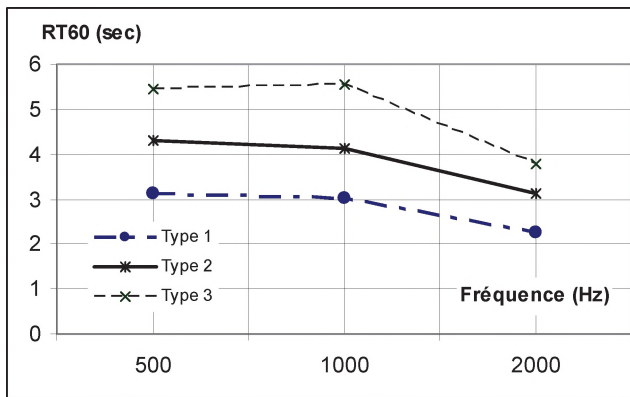


Figure 2 Temps de réverbération en fonction du type de locaux

### 4.1 Validation de la performance

Les résultats présentés dans le tableau 1 montrent la performance théorique estimée avec le logiciel EASE comparée à la performance mesurée.

Tableau 1 Intelligibilité obtenue théoriquement (modèle EASE) et mesurée sur site en STI

Type de station	STI théorique	STI théorique minimal	STI mesuré	STI mesuré minimal
Type 1	0.47	0.39	0.48	0.47
Type 2	0.48	0.37	0.55	0.37
Type 3	0.45	0.33	0.48	0.26

Dans les stations de type 1 la performance réelle est toujours supérieure ou égale à la performance estimée. Les mesures montrent un STI uniforme sans aucune zone problématique. Pour les stations de type 2 la performance réelle est aussi supérieure ou égale à la performance estimée, cependant des zones problématiques ont été rencontrées. Pour les stations de type 3, la performance réelle correspond à la performance estimée, excepté dans les zones problématiques où elles s'en approchent.

### 4.2 Couplage présent

Lors de l'analyse des stations il a aussi été constaté que le couplage entre les différents volumes des stations pouvait avoir un impact important sur l'intelligibilité. Pour l'une des stations choisies, les temps de réverbération de la mezzanine sont aussi importants que ceux des quais, et à cause de contraintes architecturales, la sonorisation à la mezzanine est faite avec des haut-parleurs plus éloignés du public que sur les quais, et donc ajustés plus fort. L'effet obtenu est une intelligibilité supérieure à 0,45 STI sur les quais lorsqu'aucun message n'est diffusé sur la mezzanine, et de l'ordre de 0,43 STI lorsqu'un message est diffusé simultanément sur les quais et la mezzanine. Un délai de 20ms a donc été ajouté sur les haut-parleurs des quais pour réduire la perte d'intelligibilité sur les quais causée par l'audio provenant de la mezzanine. Théoriquement l'intelligibilité est passée de 0,43 STI à 0,47 STI. Des tests réels ont été faits après l'installation du système. Lors des mesures sur le site, l'écart de performance était encore plus marqué et l'intelligibilité est passée de 0,39 STI à 0,49 STI. Le même écart a été rencontré dans les zones problématiques.

## 5 CONCLUSION

Le travail présenté illustre une réalisation complète de sonorisation des grands édifices publics. La modélisation a permis de prédire avec précision la performance finale du système et à mettre en évidence les effets de couplage pour des locaux de volumes et de temps de réverbération comparables.