

## INTRODUCTION

Dans les applications de longue portée, la propagation des hautes fréquences peut être sérieusement affectée par l'absorption de l'air. La compensation de ce phénomène est possible grâce à l'outil d'égalisation *Air Compensation*.

L'outil EQ *Air Compensation* est inclus dans LA Network Manager (à partir de V2.2.0.0), le logiciel de pilotage des contrôleurs amplifiés LA, et peut être modélisé dans SOUNDVISION (à partir de V2.2.4), le logiciel de simulation acoustique 3D pour les systèmes L-ACOUSTICS.

Cet outil a été spécialement conçu pour une utilisation simple mais efficace, grâce à un unique paramètre qui contrôle à la fois la forme et la magnitude d'un filtre FIR à phase linéaire.

Il permet de rétablir la réponse en fréquence des enceintes électro-acoustiques, jusqu'à une limite dictée par le besoin de préserver au maximum les ressources des transducteurs.

## PHÉNOMÈNE PHYSIQUE

Pour des conditions atmosphériques données, l'atténuation du son à une fréquence spécifique augmente linéairement avec la distance. Elle peut donc être définie par un coefficient d'atténuation, en décibels par unité de distance. L'absorption atmosphérique sur une plage de fréquences donnée est alors décrite par un jeu de coefficients d'atténuation.

Quelles que soient les conditions atmosphériques, il peut être observé que plus la fréquence est haute, plus l'atténuation est importante. Cependant, l'effet des variables atmosphériques n'est pas linéaire, de telle sorte qu'un jeu de coefficients d'atténuation distinct doit être donné pour chaque combinaison de température (T) et d'humidité (H).

Deux tendances importantes peuvent toutefois être soulignées :

- L'absorption des hautes fréquences devient critique à longue distance.
- L'atténuation diminue lorsque l'humidité augmente pour la plupart des conditions atmosphériques ( $T > 10^{\circ}\text{C}$  /  $H > 10\%$ ).

La figure 1 illustre les coefficients d'atténuation pour différentes combinaisons de variables atmosphériques (de  $0^{\circ}\text{C}$  à  $40^{\circ}\text{C}$ , de 3% à 80% d'humidité), via les valeurs définies dans la norme ISO 9613-1-1993. L'atténuation pour  $T=20^{\circ}\text{C}$  et  $H=40\%$  est indiquée en courbe de référence.

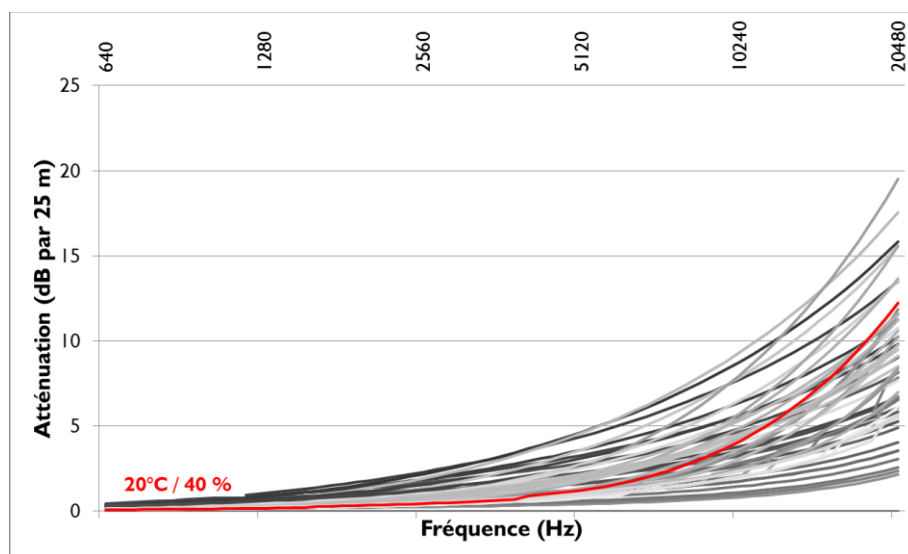


Figure 1. Courbes d'atténuation pour différentes combinaisons de température et d'humidité

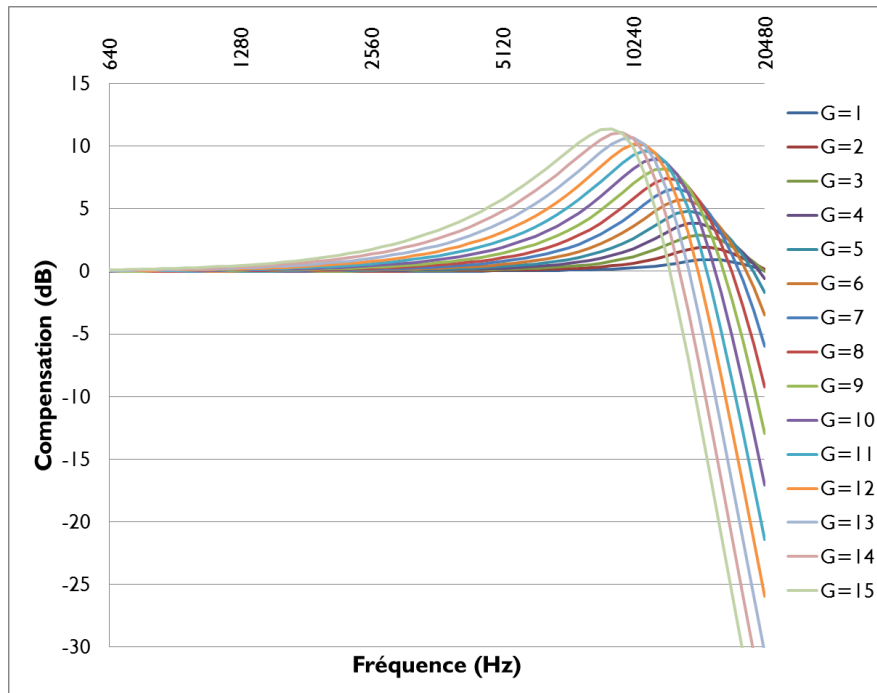
### SOLUTION DSP

#### Forme de l'égalisation

L'outil EQ *Air Compensation* est basé sur un filtrage FIR à phase linéaire, permettant son utilisation sur des éléments ligne source sans perturber la cohérence du front d'onde.

La figure 2 représente toutes les fonctions de transfert en magnitude des filtres pouvant être générés par l'outil EQ *Air Compensation*. En observant la forme générale des courbes, deux zones principales peuvent être identifiées :

- La première est une pente ascendante dédiée à compenser la perte de niveau. Sa forme est dérivée de la norme ISO 9613-1-1993.
- La seconde est une pente descendante destinée à préserver les ressources du transducteur HF.



**Figure 2. Courbes de compensation pour les différentes valeurs G de l'outil EQ *Air Compensation***

Le résultat est un outil qui contrebalance l'atténuation du niveau jusqu'aux fréquences les plus hautes possibles sans menacer l'intégrité physique du transducteur. La plage des hautes fréquences dans laquelle le niveau n'est pas totalement rétabli est :

- A peine audible pour la plupart de l'audience (*considérant qu'un adulte type d'âge moyen entend jusqu'à 15kHz*) ;
- Difficile à maîtriser (*à cause d'autres facteurs environnementaux tels que le vent ou les gradients de température*) ;
- Une cause perdue (*observant par exemple qu'à 100m, près de 50dB sont perdus à 20 kHz pour  $T=20^{\circ}\text{C}$  et  $H=40\%$* ).

#### Un unique paramètre

L-ACOUSTICS propose un outil simple à utiliser. Observant que différentes combinaisons de distance, humidité et température pouvaient correspondre à une même forme d'atténuation et donc d'égalisation, L-ACOUSTICS a établi un unique paramètre de magnitude G dont les valeurs couvrent la plupart des conditions usuelles d'exploitation.

Les différentes valeurs G représentées dans la Figure 2 peuvent être considérées selon deux perspectives :

1. A une même distance, des valeurs différentes correspondent à des combinaisons différentes de température/humidité.

*Exemple: à 50 m,  $G=7$  peut compenser pour  $T=5^{\circ}\text{C}$  /  $H=3\%$ , et  $G=12$  pour  $T=20^{\circ}\text{C}$  /  $H=80\%$*

2. Pour une même combinaison température/humidité, une valeur G plus importante correspond à une distance plus importante.

*Exemple: pour  $T=20^{\circ}\text{C}$  /  $H=40\%$ ,  $G=10$  peut compenser à 50m et  $G=15$  à 150 m*

Ainsi, si l'expérience et la connaissance des variables atmosphériques peuvent permettre d'anticiper le réglage de l'*Air Compensation*, l'outil a été conçu pour s'adapter facilement aux résultats acoustiques (mesures sur site ou simulation) via l'ajustement empirique d'un seul paramètre. La procédure d'utilisation recommandée est décrite ci-après.

---

## UTILISATION DE L'OUTIL EQ

---

Il est recommandé d'appliquer l'outil *EQ Air Compensation* avec des valeurs *G* différentes pour des groupes distincts d'éléments ligne source, en rapport avec la distance respective qu'ils ciblent. Il faut se souvenir que l'atténuation est la plus critique à des distances importantes, et qu'ainsi l'*EQ Air Compensation* devrait s'appliquer en priorité aux éléments du haut de la ligne.

L'outil *EQ Air Compensation* permet de répondre à la plupart des conditions usuelles d'exploitation (de 0°C à 40°C, de 3% à 80% d'humidité). Cependant, la distance maximale à laquelle l'atténuation est compensée est dépendante des conditions atmosphériques (en référence, jusqu'à 150 m pour T=20°C / H=40%).

### **LA Network Manager** (à partir de V2.2.0.0)

L'égalisation *Air Compensation* est un paramètre de groupe dans l'interface *Contour EQ* du logiciel LA Network Manager. Il peut donc être appliqué à un groupe de contrôleurs amplifiés ou à un groupe de canaux de sorties. Une seule *EQ Air Compensation* peut être utilisée sur un canal de sortie spécifique. Ainsi, si différentes égalisations *Air Absorption* doivent être implémentées dans un même système, elles ne peuvent s'appliquer qu'à des groupes comprenant des canaux de sorties distincts.

### **SOUNDVISION** (à partir de V2.2.4)

Les valeurs d'humidité et de température peuvent être réglées dans les options du logiciel SOUNDVISION afin de simuler l'effet de l'absorption de l'air. En sélectionnant des éléments d'une ligne dans la *Contour EQ toolbox* de SOUNDVISION, on peut entrer une valeur *G* pour l'*Air Compensation*. Cependant, il faut se rappeler que les conditions atmosphériques sur site peuvent être bien différentes de celles anticipées. De plus, il est probable qu'elles varient au cours de la journée, depuis le moment de la calibration du système jusqu'au début du spectacle, ainsi qu'au cours du spectacle. Ainsi, SOUNDVISION peut fournir un bon point de départ pour les valeurs *G*, mais les résultats sur site doivent être vérifiés par l'observation de mesures sur site. L'opérateur gagnera par ailleurs à s'aider d'une sonde de température/humidité.

### **Procédure**

1. Mesurez ou simulez la réponse en fréquence à une distance de référence.
2. En observant directement l'effet de *G*, déterminez la valeur de référence qui permet de s'approcher le plus de la réponse en fréquence désirée.

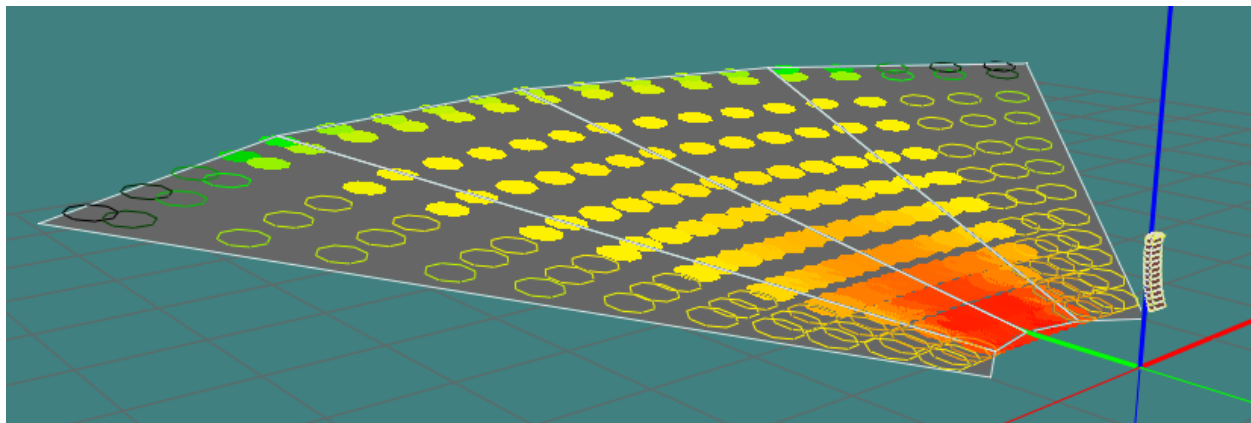
#### **NOTE :**

Si d'autres éléments ciblant d'autres distances d'écoute doivent être compensés, l'ajustement de *G* correspondra généralement à la variation de distance :

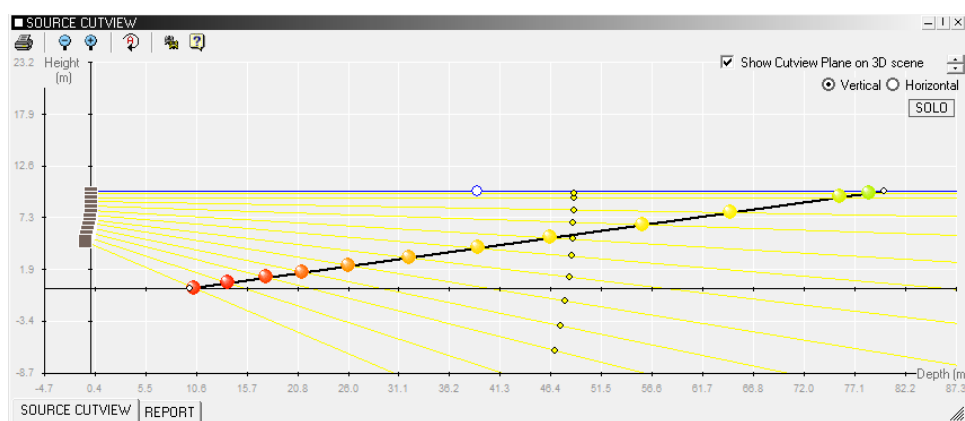
- augmentez *G* pour des distances plus importantes,
- diminuez *G* pour des distances moins importantes.

### EXEMPLE D'APPLICATION

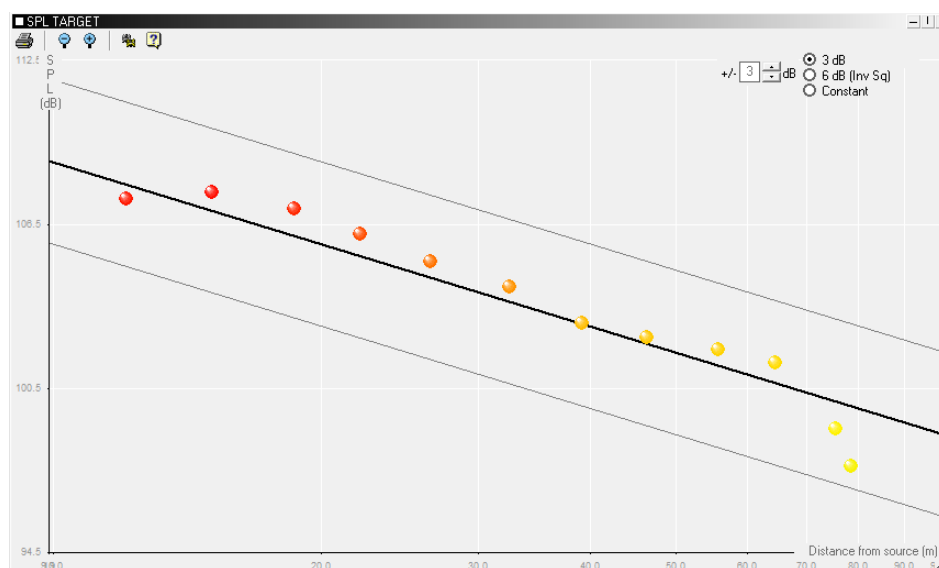
0. Une ligne source composée de 12 KI a été modélisée dans SOUNDVISION avec *Air Absorption Calculation* désactivé.



Fenêtre **3D Scene** : géométrie de l'audience avec points d'impacts 1-10 kHz sur les dimensions horizontales et verticales



Toolbox **2D cutview** : point d'impact 1-10 kHz pour chaque élément sur la dimension verticale

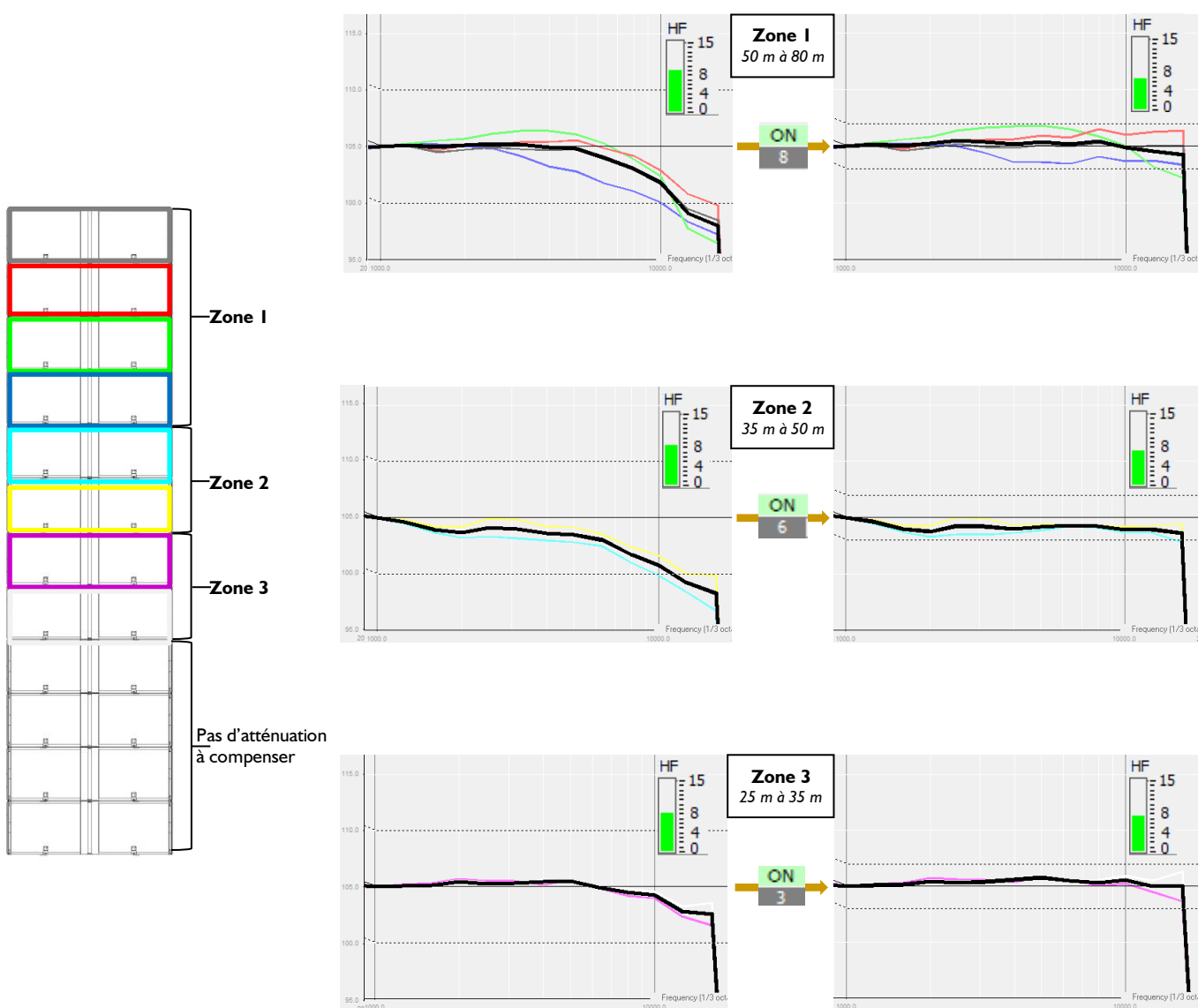


Toolbox **SPL target** : décroissance SPL 1-10 kHz de 3dB par doublement de distance

**Air Absorption Calculation est activée, avec  $H=50\%$  et  $T=20^{\circ}\text{C}$ .**

Après avoir égalisé certaines réponses dans les moyennes fréquences, en utilisant les filtres FIR de l'interface *Contour EQ*, on veut compenser l'atténuation de l'air en hautes fréquences.

1. En observant les courbes de réponse, des groupes d'enceintes avec une atténuation HF similaire sont identifiés.
2. L'outil *EQ Air Compensation* est activé et la valeur  $G$  la plus efficace est déterminée pour chacun des groupes.



**Courbes de réponse normalisées à 105 dB/1000 Hz**

**Avec la moyenne en noir et l'indicateur de ressources HF**



**Référence du document : AIR-COMPENSATION\_TB\_FR\_1.0**

**Date de distribution : June 9, 2014**

**© 2014 L-ACOUSTICS®. Tous droits réservés.**

**Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ou transmise  
sous aucune forme ni aucun moyen sans l'accord écrit de l'éditeur.**