

Mesure des tuiles absorbantes d'un mur acoustique

1) Contexte

Dans le cadre de la construction d'un mur acoustique, je travaille actuellement sur l'optimisation de l'implantation et le traitement acoustique des premières réflexions. La configuration de l'espace de vie et la partie réservée à l'écoute musicale est rarement optimum. Dans ce cas précis, je suis contraint de placer les enceintes proches d'un angle de pièce. La recommandation d'éloigner les enceintes de murs adjacents d'environ 1.00m est impossible à tenir. La solution est donc de faire disparaître ce mur au niveau acoustique en posant un absorbants ou un diffusant sur la surface. Dans mon cas ayant recours à des tuiles décoratives, je profite de cette décoration pour jouer ce rôle.

2) Principes de bases

Les murs agissent comme des miroirs, nous avons donc des doubles des enceintes acoustiques qui sont symétriques par rapport au plan du mur. Elles sont parfaitement en phase avec leurs sources respectives. Il est donc très facile de prévoir le signal résultant de l'addition des sources et des images symétriques tant que les longueurs d'ondes sont petites devant la dimension des murs. En plus de l'amplitude, il faut tenir compte de la phase pour faire l'addition des signaux. L'addition se fait donc dans le plan complexe. Dans un premier temps, je néglige les effets de diffractions dans les angles de murs. L'absorbant sur le mur n'étant pas efficace dans les basses fréquences, le mur traité joue le rôle d'un filtre passe bas à phase linéaire pour les images des sources (Reflète). Si nous voulons correctement prévoir son influence et calculer la réponse au point d'écoute, il faut procéder à des mesures de ce dernier.

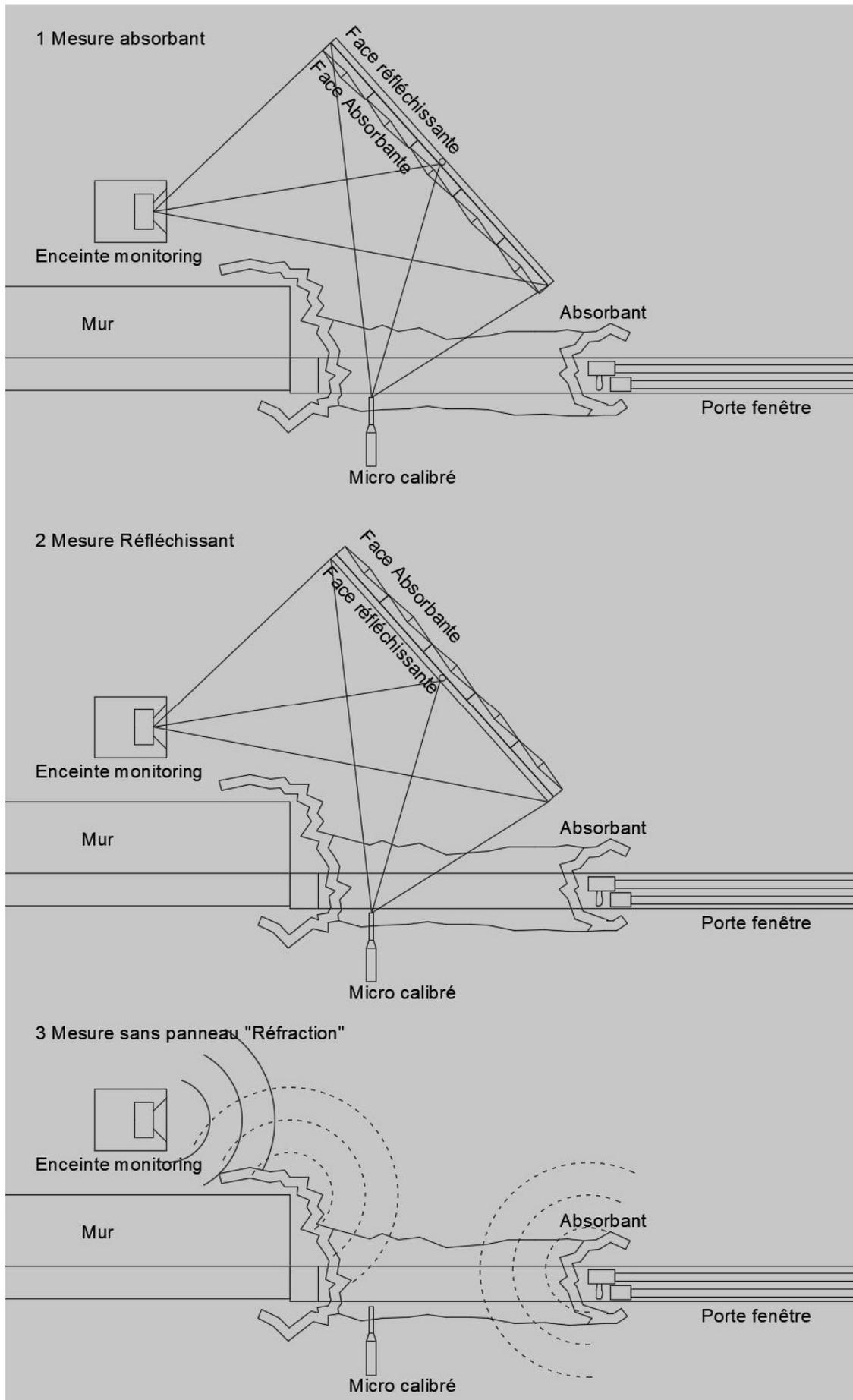
3) Méthode de mesure retenue

Pour faire les mesures j'ai donc placé les tuiles acoustiques sur un panneau de médium d'environ un mètre carré. Les mesures sont faites avec un micro calibré et une enceinte de monitoring. Comme nous travaillons sur un rapport de signaux entre deux configurations, il n'est pas forcément nécessaire de calibrer ces principaux éléments de mesure. La mesure se fait en respectant l'implantation du schéma joint.

Le traitement des murs et encadrements par des absorbants permet de réduire le plus possible la partie diffractée des signaux. La source et le micro ne sont pas déplacés entre les trois mesures qui sont faites.

On mesure d'abord un panneau lisse en médium de 22mm qui reflète le son comme un miroir. Ensuite, on mesure le même panneau avec un côté entièrement recouvert de l'absorbant. Enfin pour déduire la partie diffractée des murs à proximité, on réalise une mesure sans panneau.

La mesure du SPL se fait avec des signaux variant en fréquence de 100Hz à 20Khz.



On prend pour symbole les énergies acoustiques suivantes :

- $E_r(F)$ Energie mesurée avec le panneau réfléchissant à une fréquence,
- $E_a(F)$ Energie mesurée avec le panneau absorbant à une fréquence,
- $E_d(F)$ Energie mesurée sans le panneau « la part diffractée par l'environnement ».

Toutes ces énergies étant représentées par une intensité et une phase, il est indispensable de caler correctement l'instant T_0 .

Si on considère que le panneau de médium a un coefficient d'absorption presque nul, on peut déduire le rapport entre l'énergie réfléchie et l'énergie incidente (soit : $1-\text{Alpha}$) en appliquant les opérations suivantes sur REW.

$$(1-\text{Alpha}(F)) = \frac{E_a(F)-E_d(F)}{(E_r(F)-E_d(F))}$$

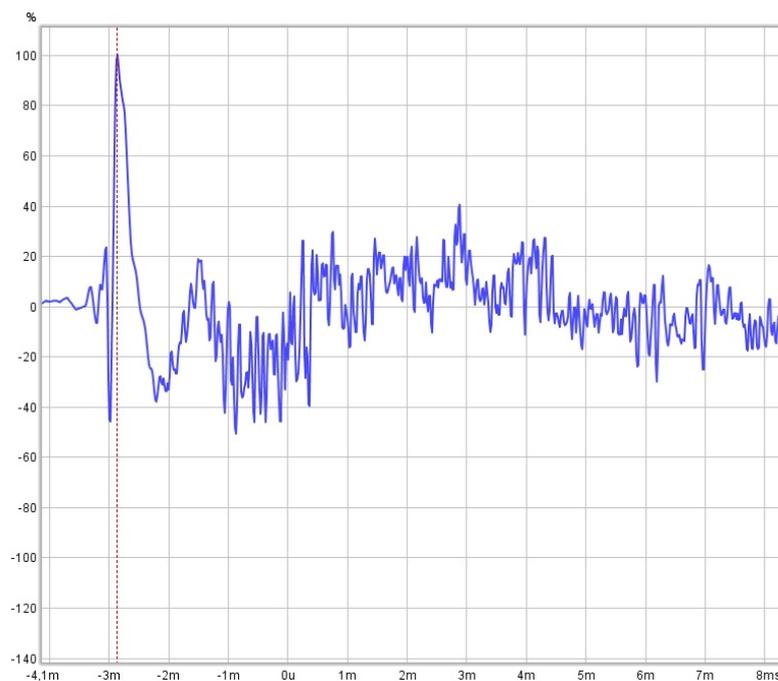
$\text{Alpha}(F)$ exprime le coefficient d'absorption en fonction de la fréquence.

4) Limite de cette méthode de mesure

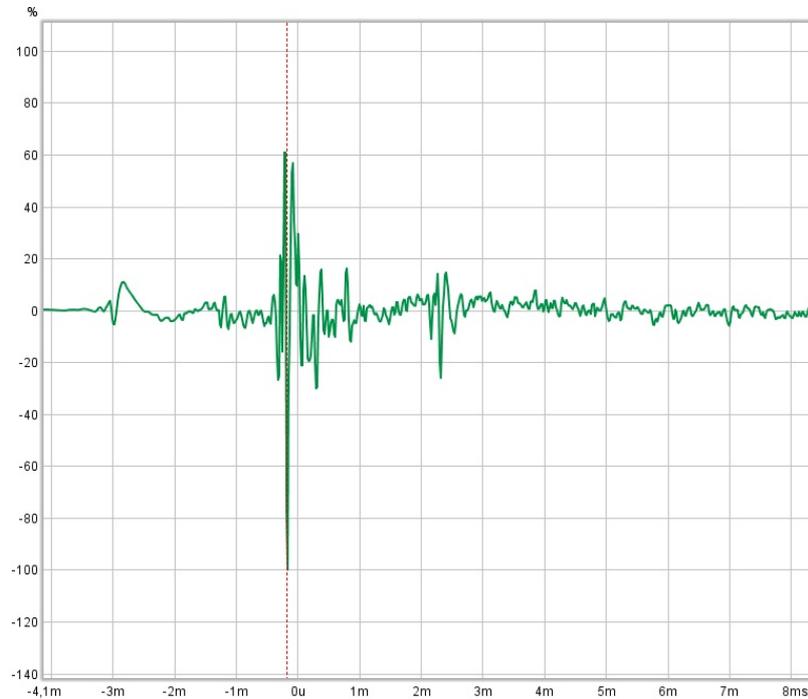
Cette méthode n'est certainement pas applicable aux basses fréquences. La taille du dispositif ne permet pas de prétendre que les panneaux agissent comme des miroirs. Les bords de ces derniers apporteront une grande part de signaux diffractés dans ce cas. A minima, le miroir doit avoir des dimensions supérieures à deux fois la longueur d'onde mesurée. Avec un panneau de 1.00m les mesures deviennent de moins en moins fiables en dessous de 680Hz. Même si nous verrons que les résultats sont très similaires aux mesures de matériaux très proches dans un tube d'impédance, elle n'est pas suffisamment précise pour déduire les coefficients alpha sabine des matériaux.

5) Les résultats

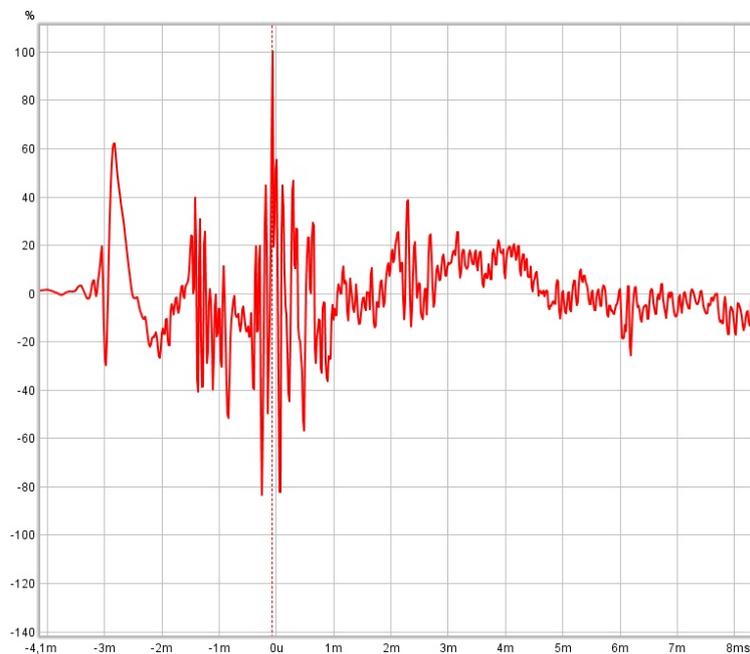
La mesure sans panneau montre bien un premier pic d'énergie dans les basses fréquences à -2.8ms venant de la diffraction sur les murs environnants.



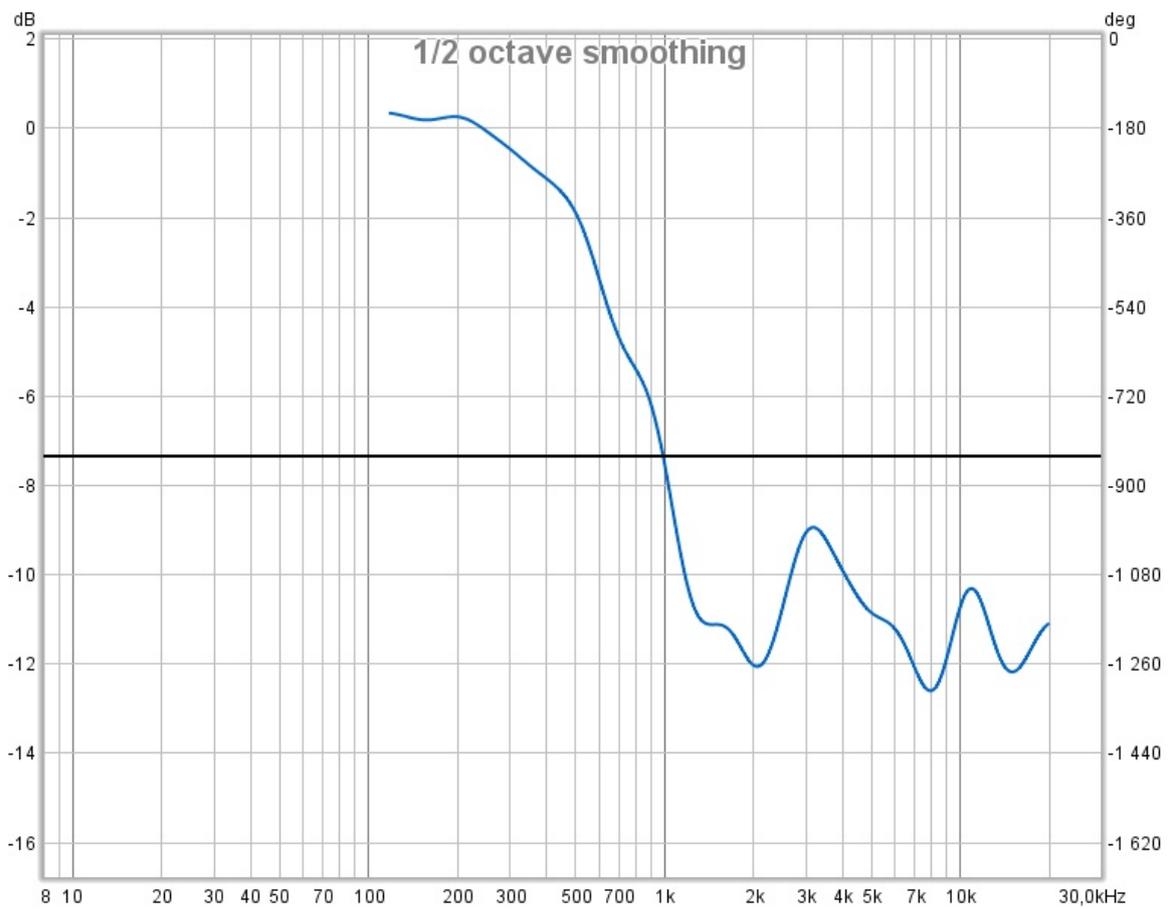
La mesure avec le panneau réfléchissant montre cette fois une énergie arrivant après le signal diffracté toujours à -2.8ms avec une intensité très supérieure. Dans les hautes fréquences le panneau plein en médium agit bien comme un miroir acoustique.



Avec l'absorbant on constate que la partie réfléchie est beaucoup moins intense. Le pic énergie diffracté représentant 60% du pic d'énergie réfléchie, contre 11% dans la mesure précédente.

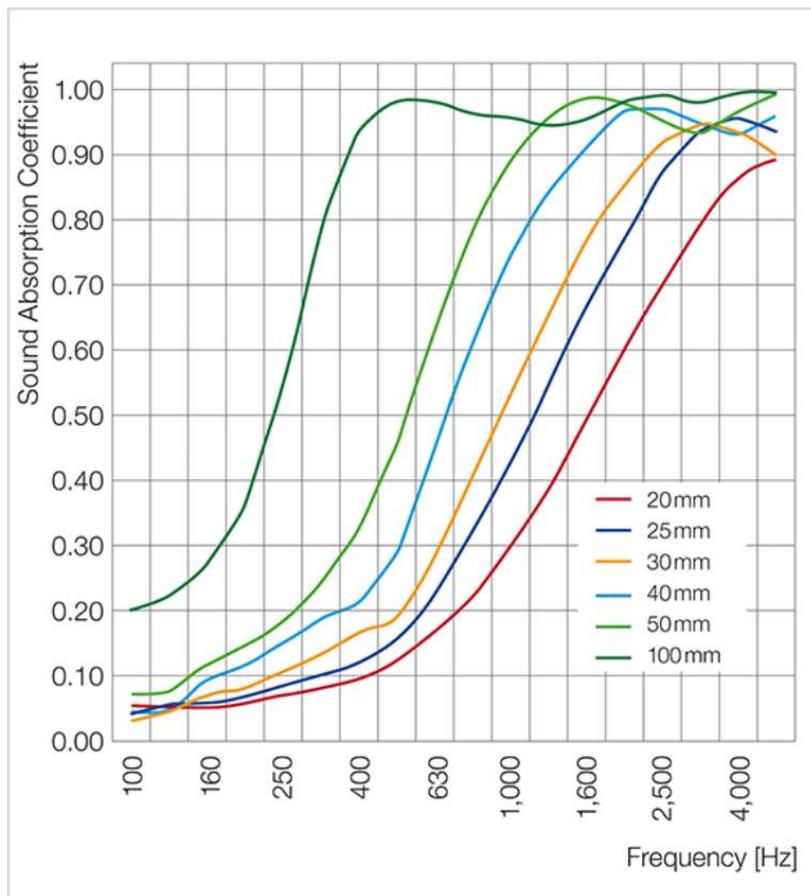
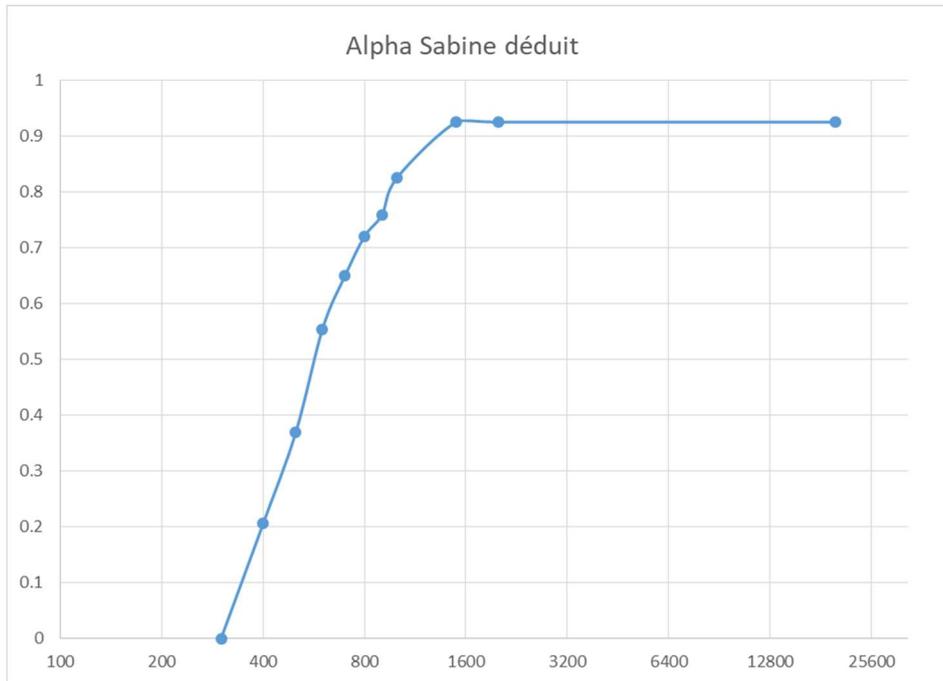


Si on applique la précédente formule de la méthode, on obtient la courbe de réponse de l'absorbant.



On constate une atténuation d'environ -3dB à 580Hz. A 880Hz nous sommes a -6dB. Enfin à 1160Hz nous avons déjà atteint le maximum d'atténuation avec environ -11dB.

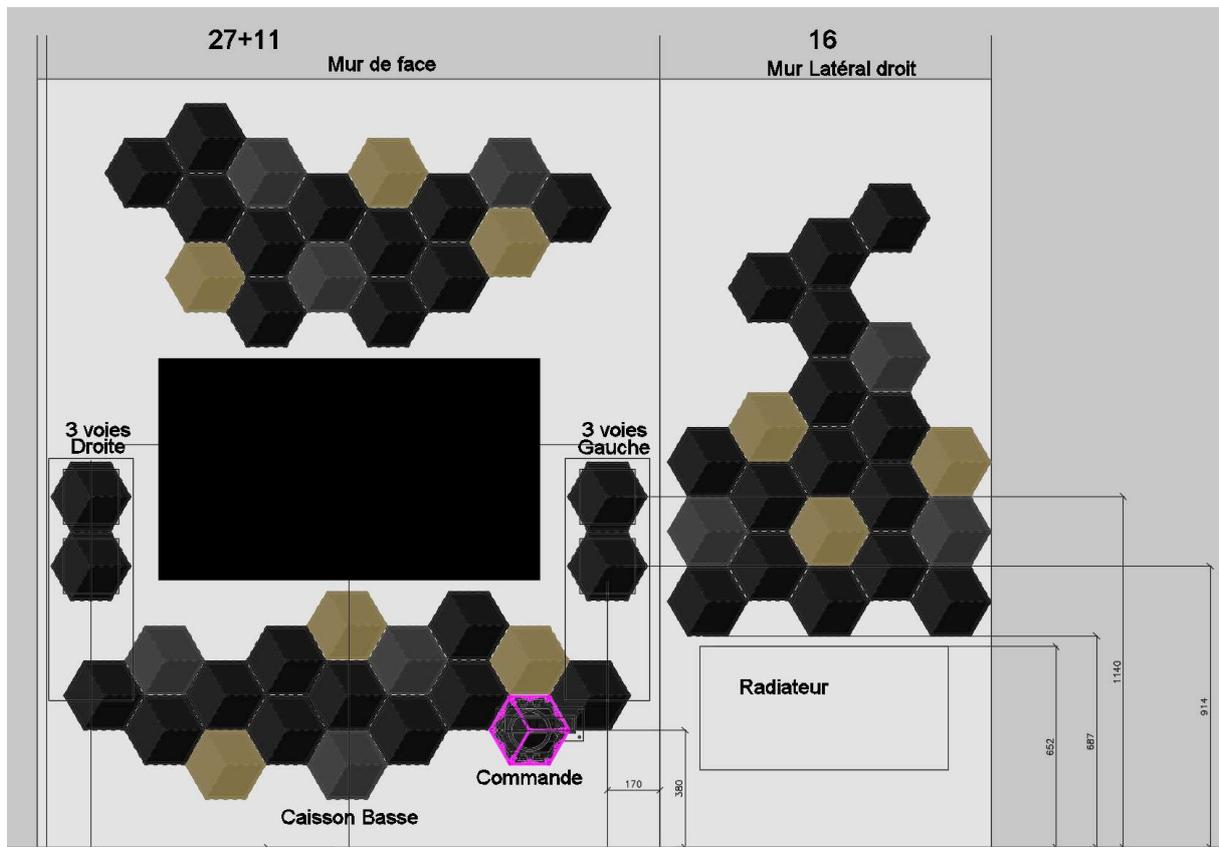
La courbe Alpha(F) déduite de ces mesures sont très similaires aux mesures de matériaux en mousse d'épaisseur équivalente. La mousse Basotec de 40mm donne des mesures presque équivalentes en tube d'impédance.



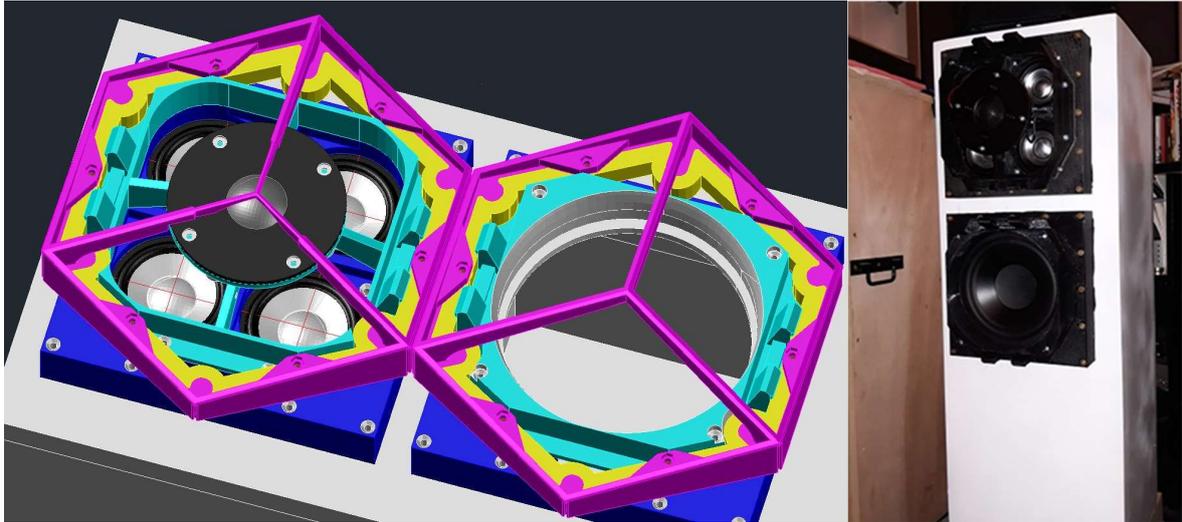
6) Application au mur acoustique



Montage à blanc des tuiles absorbantes.



Développé du mur acoustique



Enceinte 3 voies avec tweeter et médium coaxiaux coupure à 2400Hz plus voie basse en dessous
coupure haute 600Hz coupure base 120Hz

Les haut-parleurs les plus proches se trouvent à une distance d'environ 17cm de l'angle du mur ce qui fait une distance de 34cm entre la source et son image réfléchi par le mur adjacent. Si on veut considérer que la source et son image ne font qu'un, il faudrait être proche du critère de Fresnel qui impose une distance maximum inférieure ou égale à la longueur d'onde divisée par deux. Avec une coupure de l'absorbant autour de 600Hz la demi longueur d'onde est de 28.5cm ce qui autorise d'avoir une distance par rapport au mur de 14cm. L'absorbant est très légèrement en dessous des performances demandé pour remplir cette fonction de filtre acoustique. On constate que plus on s'éloigne du mur réfléchissant plus l'absorbant doit être performant en basse fréquence. Dans le cas présent pour des fréquences supérieures à 600Hz l'image de la source est fortement estompée. Par contre, avec les fréquences inférieures à 600Hz la source et son image ne font qu'un pour les auditeurs un renforcement de 3dB devrait être enregistré pour ces fréquences. Le renforcement est évidemment compensable par une égalisation des hauts parleurs concernés.