

Conception d'un mur du son.

Les objectifs au niveau acoustique

Les objectifs de l'installation, une courbe de réponse étendue dans les graves et dans les aigus. Une capacité à reproduire fidèlement les nuances des instruments acoustiques des grands orchestres en particulier dans les plus extrêmes des percussions, à savoir dans les basse fréquences à partir de 30Hz pour la grosse caisse et dans les aigus avec les cymbales. Des cymbales à la grosses caisse, il faut restituer toutes les subtilités des harmoniques de la frappe jusqu'à l'extinction du son. Dans tout le reste du spectre les exigences sont les mêmes un respect du timbres des instruments et de l'attaque des notes. Il faut donc une installation ayant une réponse spectrale étendu neutre, de très faibles distorsions et une bonne réponse impulsionnelle.

Pour les distorsions harmoniques, ce n'est pas forcément difficile. Par contre, si on ajoute le fait que le son doit demeurer parfaitement défini, lors de la reproduction sonore des fortissimos sur les grands orchestres cela devient une gageure. Même les enceintes monitoring montrent leurs limites dans les versions en deux voies actives. On verra que dans notre expérience les HP large bande ont très vite montrés leur limites. La multiplication du nombre de voie la seul issue.

Les contraintes esthétiques.

L'installation est dans l'espace de vie principal, donc dans une pièce d'un appartement parisien avec trente mètres carrés. L'espace réservé au média et au salon est très petit. Le recule disponible pour les auditeurs étant de 2.5m à 3.0m maximum. La présence deux grosses enceintes ou de caissons de basses permettant de restituer les basses fréquences est donc impossible dans l'espace d'écoute.

La solution « petites monitoring 3 voies » est déjà beaucoup trop présent avec une esthétique qui devient très vite disgracieuse et les basses par forcément bien définies.

Une publicité sur le mur Shape de B & O, nous a particulièrement attiré au niveau esthétique. La solution était trouvée couvrir le mur d'éléments actifs et d'éléments absorbants passifs. Nous nous sommes rendus chez B & O pour constater quatre problèmes rédhibitoires :

- Éléments sont trop grands pour notre mur,
- Le son est clair en Jazz mais montre très vite ses limites sur du classique.
- Les basses sont absentes, il faut un caisson pour corriger le problème.
- Le prix « Sans autres commentaires »

Le choix final de la solution.

Dans la pièce voisine séparée par une cloison, il existe un rangement de très grande dimension. La solution d'un système complètement encastré avec les volumes suffisant est donc retenue.

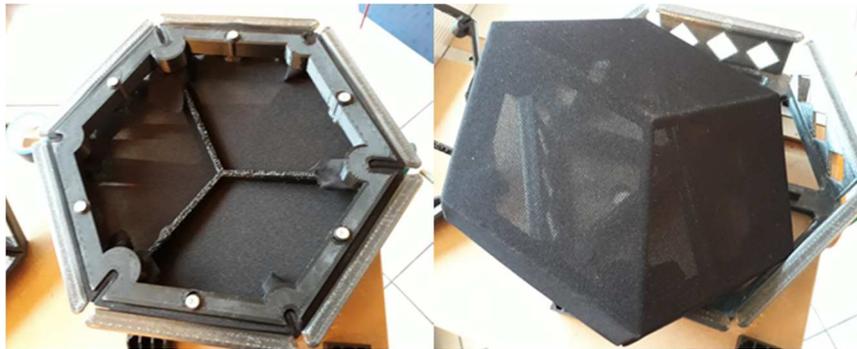
Pour l'esthétique les grilles proposé dans le commerce sont plutôt moche et à des lieux de l'esthétique que procure le mur B & O. Nous avons donc cherché une autre solution.

L'impression 3 D.

En résumé, nous voulons des caissons encastrés bien dimensionnés et l'esthétique des murs B & O. Le laboratoire de fabrication 3D c'est vite révélé indispensable à notre projet.

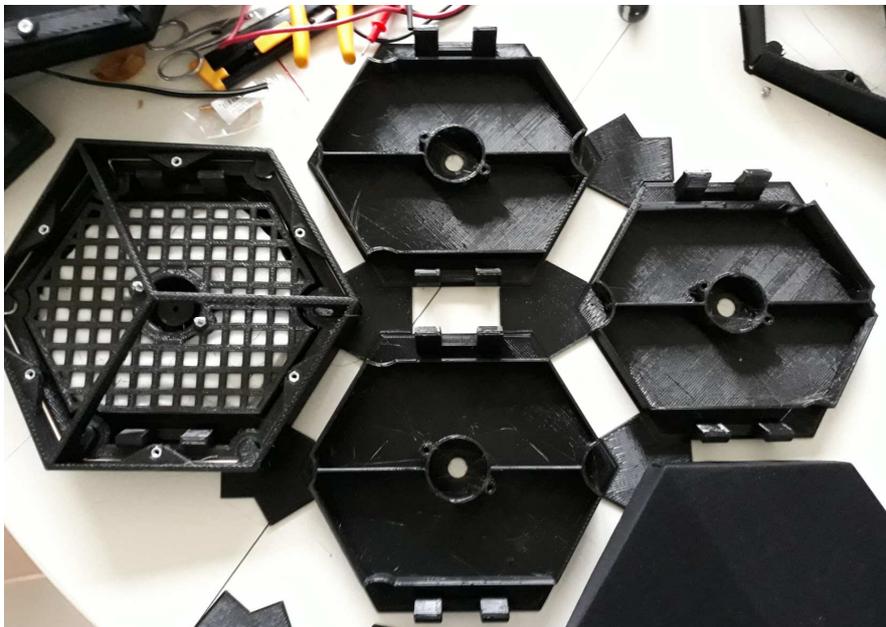
Il faut une qualité de fabrication irréprochable pour être installé dans un espace réduit au design particulièrement soigné du futur salon.

La grille ou tuile au motif pompéien avec tissus tendu sont notre première préoccupation. Après deux prototypes réalisés sur le modeleur 3D AutoCAD, nous arrivons à produire des pièces aux finitions et aux dimensions adaptées à nos besoins. La matière retenue le PETG pour une meilleur tenu mécanique et dans le temps « Pièce à faible inertie donc fragile, tension pour le serrage et la mise en place du tissu ».



Grille pendant le montage

Grille sur l'outil tendeur 64 pièces au total



Montage à blanc des tuiles absorbeur avec cale pour positionnement relatif des supports



Détail d'un absorbeur acoustique (52 ensembles à fabriquer).



Rendu pour vérification de l'esthétique et de l'implantation

Pour supporter, les grilles et les hauts parleurs, nous réalisons des pièces PLA. Même si la tenue mécanique est moins bonne, le faible retrait au refroidissement permet de faire des pièces plus précises et surtout plus grandes à moindre coups. Ces pièces servant de baffles traversant la cloison, elles sont toutes en 50mm de d'épaisseur.

Viennent enfin les supports pour les tuiles passives. Le but premier de ces grilles est esthétique, néanmoins l'ajout de matériaux absorbant leur a donné une utilité acoustique.

La partie active beaucoup d'échec un long apprentissage.

A) La première solution caisson grave et large bandes.

- Un caisson est dimensionné pour donner un niveau suffisant de 90dB à 25Hz. Mon choix se porte vers une solution close de 150 litres avec un Dayton Audio RSS315HF-4 et un ampli dédié Monaco SAM 300D. Du médium 35mm est utilisée pour faire la caisse en complément du baffle en PLA imprimé.
- Deux caissons avec quatre larges bandes FOUNTEK FE87 en « line array » pour chaque enceinte. Un ampli FX-AUDIO FX1002A TDA7498E Class D. Les Baffles support avec pavillon court en PLA. Caisse en medium 22mm.
- Un MiniDSP 2X4 HD pour la répartition des voies.
- MiniDSP DDRC-22D 24/96kHz et un micro pour les mesures de contrôle et la correction acoustique.



Les résultats et erreurs dans cette solution.

Le choix de large bande en « line array » est catastrophique, en dessous de 200Hz la distorsion est forte, au-dessus de 6kHz cela chute brutalement -10db à 8kHz. Même si le son est très claire grâce une caisse solide et copieusement amortie (Mesures à 80cm : courbe plate +/- 2 dB de 200Hz à 4kHz distorsion harmonique total 0.1%). La conception est complètement ratée pour les aigus et montre très vite les limites dans les graves.

Pour le caisson de basse, les 35mm de medium même renforcés par des entretoises vibrent, deuxième échec !!!!

B) Solution 2 : ajout des ATOHM SD28CR08F.

La solution qui permet de retrouver les aigus est simple, ajout des tweeters avec un nouveau MiniDSP 2X4 HD et un nouvelle ampli FX-AUDIO FX1002A TDA7498E Class D.

Conclusion les aigus sont propres, les cymbales sont parfaitement restituées avec toutes leurs nuances.

Par contre, le caisson mono doit monter au 200Hz pour épauler les line array. Dans la musique symphonique les fortissimos restent brouillons et les instruments difficiles à distinguer. Nous ne sommes pas encore dans les objectifs fixés.

Le FX-AUDIO FX1002A a du souffle sur les tweeters haut rendement

C) Solution 3 : Ajout d'une voie supplémentaire dans les basses et changement de l'amplification.

Pour épauler les line array, l'ajout de deux ATOHM LD165CR08 pour les basses fréquences permet d'atteindre les objectifs au niveau qualité.

Le caisson de basse est renforcé avec des entretoises de 22x25mm tous les 15cm et un contreplaqué marine de 15mm. L'engin de 100kg en place, les 22mm entre le contre-plaqué et l'enceinte en médium 35mm, seront remplis par 100 kg de sable. (In déplaçable)

Les tweeters et les line array sont raccordés à deux FX-AUDIO D802C (Petit mes impressionnant).

Les caissons de basse fréquence avec les ATOHM LD165CR08 sont raccordés à un ampli QULOOS QA690 2 X 100watt (Pas petit mes très impressionnant).

La répartition entre les 3.1 voies est gérée par le MiniDSP NanoDIGI 2x8 :

- 20 à 100Hz le caisson de 150 litres avec le Dayton Audio RSS315HF-4 (2.5 octaves)
- 100 à 640Hz deux caissons de 20 litres clos avec un ATOHM LD165CR08 chacun (2.5 octaves)
- 640 à 2400hz deux caissons de 18 litres clos avec quatre FOUNTEK FE87 chacun (2 octaves)
- 2400Hz à 20Kz les deux ATOHM SD28CR08F (3.0 octaves).

La solution est maintenant entièrement digitale.



Solution finale montage provisoire avant réception des ATOHM LD165CR08

Les baffles en PLA prévus dans l'épaisseur de la cloison sont visibles

Le tweeter est recouvert par une grille de finition

Résultat à l'écoute en installation provisoire.

La pièce qui doit recevoir l'installation n'étant pas encore livrée, l'ensemble est testé dans une pièce plutôt de mauvaise qualité avec de multiples fréquences propres et des cloisons en carreaux de plâtre à effet peau de tambour.

La distorsion au-dessus de 400Hz est inférieure à 0.5% à 90dB au point d'écoute.

En dessous de 400Hz, la distorsion reste très faible si on mesure l'onde à 80cm des hauts parleurs, inférieur à 0.5% de 20Hz à 20kHz à 96db. Par contre, au point écoute, il peut y avoir des pics entre 1 et 2% de distorsion voir même 5% très localement. Les valeurs varient beaucoup avec le positionnement du micro, nous avons atteint les limites acoustiques de la salle provisoire d'installation « Sans correction acoustique ».

Conclusion de ces mesures

Dans la future salle ou aucun mur n'est parallèle, le traitement sera prioritairement réalisé sur les plafonds avec une toile acoustique tendu et 50mm de mousse absorbante sur 30m². Ceci permet d'atteindre un temps de réverbération estimé de 1.16 seconde pour 125Hz et 0.4 maximum seconde au-dessus de 250Hz. En dessous de 125Hz, la correction active de type DIRAC fera le reste. Les vitres seront également recouvertes par des stores en toile.

L'écoute en version provisoire :

La première impression c'est la pureté du son, très proche de l'écoute que l'on peut avoir à l'opéra bastille de Paris. Il est facile de reconnaître chaque instrument comme dans une salle de concert même dans les Fortissimo. La réverbération de chaque salle de spectacle est parfaitement rendu. Les enregistrements des compositeurs de la fin du 19 et le début de 20^{ème} siècle qui sont particulièrement difficiles à reproduire restes claires jusqu'à des volumes de 85 à 90db. Au-dessus, la douleur qu'il en résulte pour les oreilles, nous fait perdre toutes capacités d'analyse du son, on s'éloigne du ressenti d'une salle de concert qui n'est jamais aussi élevé finalement au point d'écoute. Le niveau de détail ressemble à celui d'un bon casque de monitoring (Sennheiser HD 650)

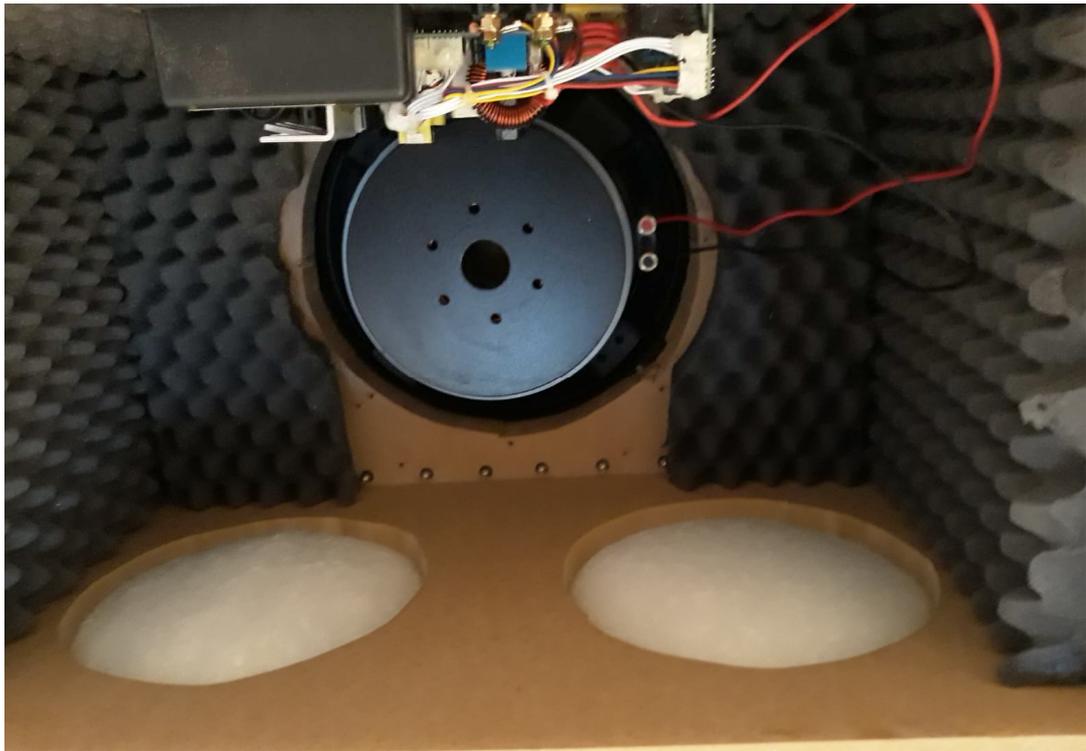
Pour information, quelques œuvres qui ont mis mes premiers installations en échec et également d'autre système (divers enceintes monitoring, B & O LAB 50).

- Symphonie No. 3 in C Minor, Op. 78 : Camille Saint-Saëns.
Orgue très basse fréquence et Medium, Cuivre, Cordes, Percussion etc...
- Symphonie "Mathis der Maler" : 1. Engelkonzert et Konzertmusik für Streichorchester und Blechbläser, Op. 50 : Paul Hindemith
Beaucoup dans le registre de graves,
Un passage avec contrebasses et grondement de grosse caisse particulièrement difficile dans ces nuances et pouvant masquer la clarté des autres instruments
- Symphonies Nos. 5 : Erwin Schulhoff.

Nota : La B & O Lab 50 testé en magasin avec 2400watt et une courbe de réponse entre 15 à 45 kHz c'est révélé particulièrement brouillonne sur la Symphonie No. 3 de Camille Saint-Saëns. Le plastique et le volume très contraint de l'enceinte est certainement pour beaucoup dans ce résultat plutôt lamentable. Ce qui vente ces produits non vraiment pas d'exigence de qualité et le sérieux nécessaire à ce type de conseil. J'aimerais particulière un test par un des laboratoires suivant: la Fnac, Lesnumériques.

Détails complémentaires de fabrication.

- Des câbles en vulgaire cuivre, soudure quand cela est possible pour les contacts, sinon plaquage en or des connectiques pour une meilleur tenue dans le temps.
- Imprimante 3D utilisée: Raise3D N2+
- Les caissons sont particulièrement soignés au niveau étanchéité. Jointure : Colle, silicone, joint de mousse sur les trappes d'accès. Ils sont renforcé pour n'avoir aucune vibration au touché. Beaucoup de matériaux absorbant : mousse sur les parois, laine dans le reste du volume.



Résonateur du caisson de 150 litres pour absorption des fréquences supérieures à 100Hz

Autre projet réaliser avec les restes de PLA, ampli, etc..

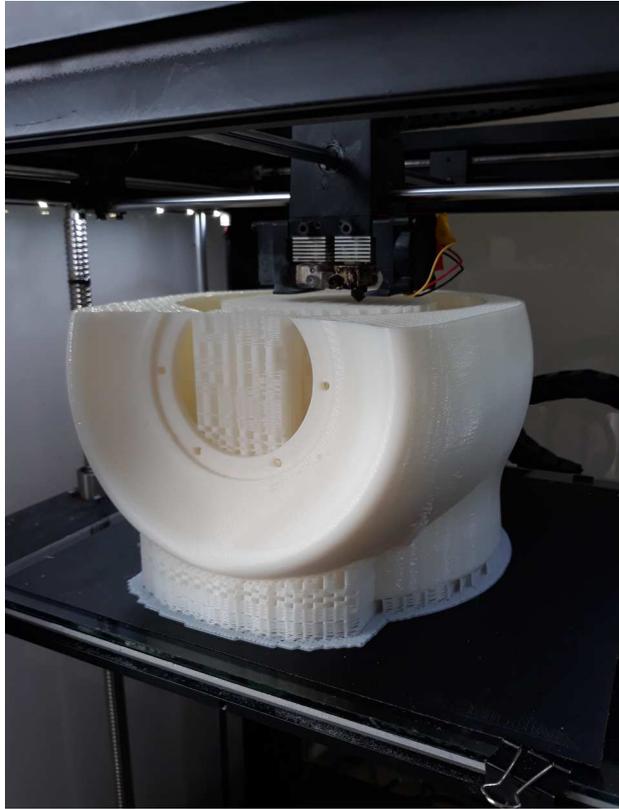
Une Paire de colonnes 2 voies à amplification active :

Finitions et collage des pièces PLA à la résine polyester

Laquage avec deux couches de peinture satiné.



L'objet finit



La tête en impression 3D

Composants :

DAYTON AUDIO RSS210HO-8 caisson BR 16 litres

DAYTON AUDIO RSS100-8 charge close 4 litres

Les deux amplis FX-AUDIO FX1002A

Le MiniDSP 2X4 HD pour la répartition des voies et la correction par égalization