

Chers amis mélomanes,

Vous avez été suffisamment nombreux à manifester de la curiosité vis à vis du développement de mon projet de système multiamplifié *full digital* destiné au DIY pour que la nécessité de publier une *newsletter* devienne une évidence.

Cette première édition, qui détaille l'ensemble du projet, est évidemment un peu volumineuse. Rassurez-vous, les suivantes seront nettement plus *light*.

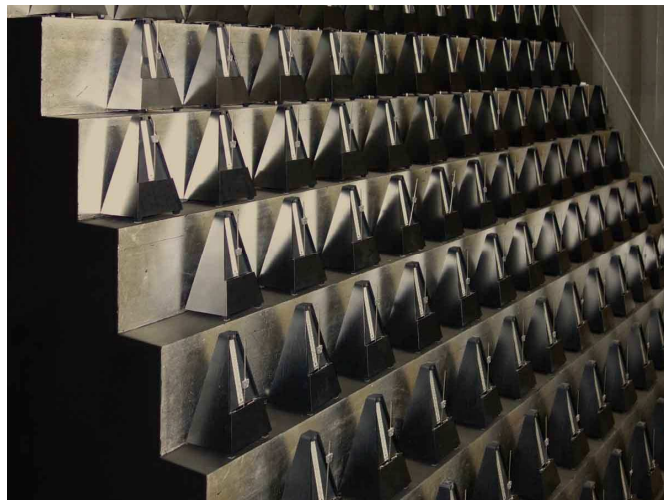
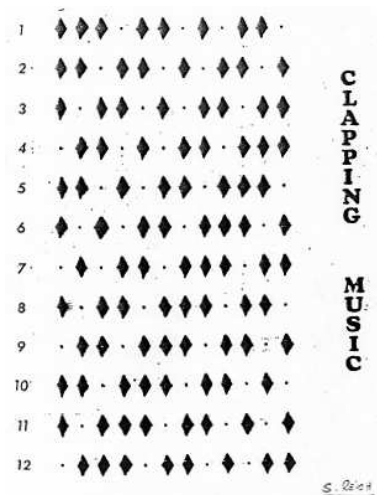
Commençons par le début : d'abord ce système a un nom, **LIM**, acronyme de *Less Is More* (moins, c'est mieux), un slogan du grand architecte allemand Ludwig Mies van der Rohe, qui fut directeur du Bauhaus avant d'émigrer aux USA pour fuir le nazisme.

Notons au passage que cela me paraît résumer précisément ce qui se produit avec ce nouveau système : la disparition de tout étage ou traitement analogiques a comme conséquence un saut qualitatif évident sur le plan de la restitution.

Sur le plan artistique, après la seconde guerre mondiale, le concept de *Less is more* va irradier une bonne part de la création contemporaine avec notamment l'émergence du *minimalisme* dans les arts plastiques (Carl André, Sol Lewitt,...), mais aussi dans la musique.

A ce propos, il me semble que de nombreux critiques musicaux ont confondu *minimalisme*, une branche de l'*art conceptuel* où la notion de processus est essentielle, et *musique répétitive*, qui, à l'évidence, ressort plutôt du *postmodernisme*. Ils ont ainsi amalgamé à ce mouvement des musiciens (T.Riley, P.Glass, A.Pärt, J.Adams, etc.) qui n'ont à mon sens pas grand chose à y faire.

Je retiens plutôt comme références certains travaux de La Monte Young (*Trio for strings*, *Two sounds*,...), les premières œuvres de Steve Reich (*Clapping music*, *Violin phase*,...), le *Poème symphonique pour 100 métronomes* de Gyorgy Ligeti, voire même certaines pièces de John Cage (*Imaginary landscape N°4*, le célèbre *4'33"*, ...), l'indétermination et le hasard si chers au compositeur ne s'opposant pas ici à la mise en place d'un *processus* très rigoureux.



La conception du système LIM ou la question centrale du *temps*.

Si vous lisez ceci c'est que vous avez sans doute déjà lu le préambule publié sur ce site. On y affirme notamment que 99% des systèmes disponibles ne respectent pas le signal qu'on leur donne à reproduire. Provocation gratuite? Usage immodéré de psychotropes? Affirmation abracadabrantesque du type *foutaise audiophile*? Non, rien de tout cela, c'est (malheureusement) parfaitement réel...

Nous allons approfondir un peu le sujet : à la différence d'un signal sinusoïdal, un signal carré présente la particularité d'être composé de toutes les fréquences *simultanément*. Autrement dit , pour faire court, si un système est capable de le reproduire correctement cela signifie qu'il est capable de **reproduire convenablement la forme (l'enveloppe) de n'importe quel signal** qu'on lui fournit...dont la Musique.

Or, les enceintes acoustiques *multivoies* qui sont capables de reproduire un signal carré se comptent sur les doigts des mains. *TOUTES les autres* (oui, très probablement les vôtres aussi, sauf si ce sont des miniMaX...) corrompent en conséquence le signal qu'on leur fournit et sont incapables de produire en sortie une image homothétique du signal entrant. Elles en modifient l'enveloppe, l'altèrent au point de le rendre méconnaissable.

Ce qui signifie que nos 99%, loin d'être exagérés, sont probablement légèrement en dessous de la réalité! Car pour respecter la forme d'un signal complexe comme la musique, il faut en respecter *scrupuleusement* la structure temporelle – *la phase* – et les enceintes multivoies ne le font pas! Comme nous vivons dans le monde merveilleux de la propagande commerciale effrénée, on rencontre diverses expressions du type "calage en phase", "focus time", "alignement temporel", "point source" qui insinuent toutes, l'air de rien; que la phase est respectée, ce qui est malheureusement faux.

Profitons-en pour "calmer" tout de suite la *tentation simplificatrice* qui prendrait le paragraphe précédent pour une défense implicite du système à transducteur unique.

- Premièrement, celui-ci ne respecte la phase qu'à la condition stricte d'être excité réellement sur toute sa surface et de façon homogène. Par exemple, si l'on prend le cas très répandu du large bande électrodynamique, celui-ci voit différentes parties de sa membrane se mouvoir de façon très hétérogène, en pleine zone de fréquences privilégiée par l'audition humaine, avec corruptions induites de la phase.

- Deuxièmement, chaque point de sa surface doit être situé à équidistance de l'auditeur.

Or, mis à part le Quad ESL63 et ses dérivés, qui introduisent des retards par zone, ce n'est le cas sur aucun panneau plan...

De surcroît, les nombreux défauts intrinsèques des transducteurs à membrane unique (résonances et colorations multiples, directivité parfois extrême, tenue en puissance et distorsion) les disqualifient radicalement dès lors que l'objectif est la fidélité de la restitution (et cette fois-ci, cela inclut aussi les électrostatiques Quad à électrodes annulaires... 😊).

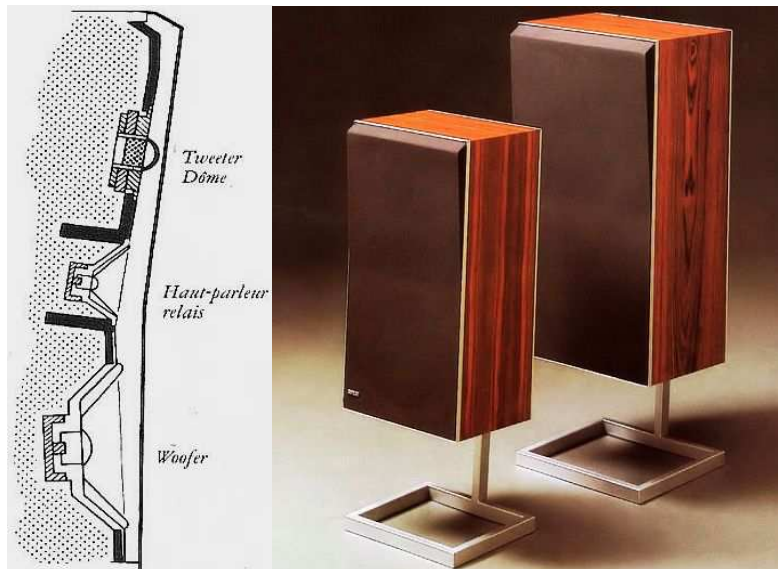
Pour illustrer ce qui vient d'être dit, je vous propose une rapide plongée dans l'histoire.

S'agissant de systèmes analogiques multivoies, le seul moyen d'obtenir la linéarité de la phase dans les années 70 était d'utiliser un filtrage du premier ordre, soit 6dB / octave. Parmi ceux qui

réussirent à maîtriser cette technique, très complexe à mettre en œuvre ⁽¹⁾, citons notamment John Dunlavy et, en France, Gilles Milot, avec des réussites significatives comme la LEEDH Aura2 ou les remarquables Dunlavy SCIVa ou SCVI qui équipèrent des studios d'enregistrement ou de mastering.

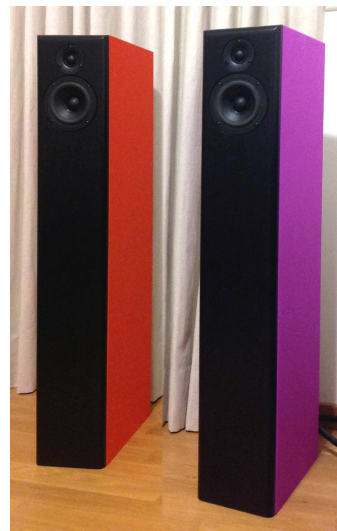


Autre technique, celle du "haut parleur relais", avec le procédé *Phase link* (ou Uniphase) de B&O qu'on trouvait sur les Beovox de la série S.



Au début des années 80, les choses évoluèrent considérablement avec la mise au point par Lipshitz & Vanderkooy d'un filtrage linéaire en phase grâce à la technique *soustractive* et à l'usage de délais. Même si ce procédé n'est utilisable que sur les systèmes actifs, il va permettre d'obtenir une parfaite linéarité de la phase tout en présentant une sélectivité suffisante pour les tweeters (2^{ème} ordre).

Un parfait exemple de l'application de cette technique est le moniteur Studer A723, cher à mon ami Thierry Martin. Un autre exemple qui en est dérivé est le système miniMaX, que j'ai développé il y a quelques années.



En effet, une des innovations de miniMaX était que ce système utilisait un filtrage digital directement inspiré par les travaux de Lipshitz & Vanderkooy, mais modifié en raison d'une contrainte liée au DSP utilisé (DCX2496), qui ne permettait pas le filtrage *soustractif*. Pour l'anecdote, signalons que la technique originale développée à cette occasion n'a jusqu'à présent jamais été réemployée ni discutée ailleurs, à part évidemment sur d'autres systèmes que nous avons conçus.

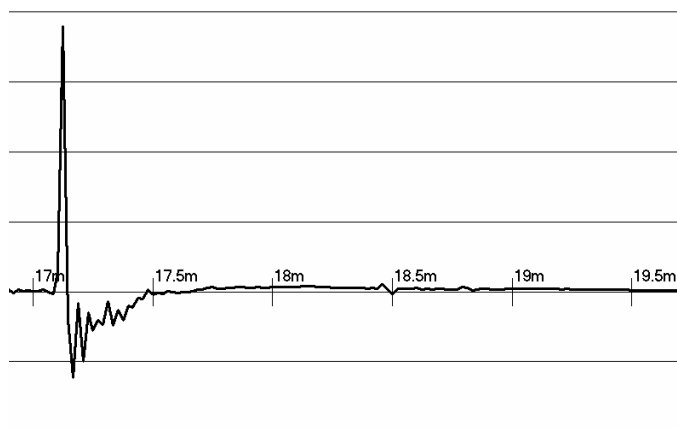
La technologie actuelle ouvre une perspective différente. L'augmentation de la puissance des DSP et leur généralisation permettent de nouvelles solutions. On peut dorénavant avoir recours au filtrage FIR (Finite Impulse Response), dont la principale caractéristique est d'autoriser un traitement séparé de l'amplitude et de la phase, au contraire du traditionnel IIR (Infinite Impulse Response) - comme dans le DCX - dans lequel phase et amplitude sont irrémédiablement liés. Le rêve, croit-on...

Malheureusement le FIR présente un inconvénient majeur : s'il autorise des pentes vertigineuses (au delà de 300dB / octave!!) tout en maintenant une phase parfaitement linéaire, il le fait payer par une réponse impulsionnelle dégradée car il introduit des oscillations parasites. Lorsqu'on se trouve précisément dans l'axe sur le plan vertical, les ondulations importunes générées par chaque voie paraissent s'annuler. Mais dès que l'on sort de ce placement vertical parfait, elles ne s'annulent plus et détériorent irrémédiablement l'impulsion. Encore faut-il pour s'en apercevoir effectuer systématiquement des mesures hors axe dans le plan vertical...

C'est pour dépasser cet écueil qu'a été développée une technique originale dite *FDH* (Filtrage Digital Hybride). Le principe est d'utiliser à la base un filtrage IIR traditionnel qui offre trois avantages majeurs : un comportement impulsionnel parfait, une sélectivité *suffisante*, plus une absence totale d'erreur de lobing. Il suffit alors d'y adjoindre un filtre FIR extrêmement simple (d'où l'appellation hybride) dans le but de résorber uniquement les erreurs de phase. Le résultat est l'obtention d'une impulsion sans suroscillations, y compris en dehors de l'axe vertical. La technique *FDH* a été utilisée pour la première fois sur le système **David** (photo ci-dessous) et cette même solution a été retenue pour **LIM** dans une version améliorée.



Cette technique permet d'obtenir une impulsion remarquablement *fidèle*, digne d'un micro de mesure : il n'y a aucune déviation de la phase, l'ensemble est parfaitement amorti et cohérent sur le plan temporel.



***Less is more* : un système DIY simple, évolutif et adaptable.**

L'offre de base **LIM** sera un *système complet* composé de trois éléments en kit. Un *bloc de contrôle* compact, géré par une simple télécommande, comprenant 3 entrées digitales, DSP opérant le filtrage *FDH*, biamplification *full digital*. Ce *bloc* alimentera deux enceintes de petit format (H368xL172xP320) en configuration 2 voies MTM. Le kit, disponible sur commande et livré *complet*, sera à assembler par l'acquéreur presque aussi simplement qu'un meuble Ikea (voir ci-dessous).

Une fois la fabrication achevée, la programmation du système s'effectuera le plus simplement du monde, en insérant une carte SD, contenant l'ensemble des paramètres nécessaires au fonctionnement du système, dans un logement de la carte DSP.

A ce stade, ne croyez pas que la version de base de **LIM** sera un système au rabais. Bien au contraire, sous un format compact, **LIM** offrira une qualité de restitution absolument extraordinaire de *fidélité* et une vraie exploration du grave : 45Hz@-6dB, soit une performance du même ordre que celle de beaucoup d'enceintes colonnes...

A partir de ce système de base, **LIM** offrira différentes options afin de permettre à chacun de mener le projet à son rythme, selon ses besoins et/ou moyens.

L'option majeure consistera évidemment en l'adjonction d'un caisson de grave unique au système 2 voies préexistant, le transformant en système *triphonique triamplifié*, dont l'objectif est sans équivoque *le plus haut niveau qualitatif actuellement possible*.

Disponible également sous forme de kit *complet*, ce caisson de petite taille (H360xL220xP360), parfaitement coordonné esthétiquement aux satellites, présentera plusieurs caractéristiques innovantes dont le principe *diabolo* (voir plus loin le paragraphe qui lui est consacré). Le kit comprendra des cartes électroniques à insérer dans le *bloc de contrôle*, dans des espaces réservés à cet effet, plus l'ébénisterie du caisson, le module *diabolo* déjà assemblé et tous les accessoires et câbles nécessaires. Là aussi la programmation du système sera effectuée simplement en insérant une nouvelle carte SD, fournie avec le kit.

A ces deux versions fondamentales, viendront s'ajouter par la suite d'autres options disponibles sur commande :

A – Des ébénisteries déjà assemblées. Le montage de l'ébénisterie des enceintes étant le seul travail un peu délicat à mener dans la fabrication de **LIM**, elle seront aussi disponibles prêtes à l'emploi. moyennant un surcoût évidemment.

B – Des pieds supports d'enceinte adaptés. L'esthétique de **LIM** faisant l'objet d'un soin particulier (voir plus loin), des pieds supports esthétiquement coordonnés seront disponibles en option, en kit. Ils permettront de surcroît une parfaite dissimulation des câbles.

C – Une télécommande coordonnée. Même si on peut le regretter, la télécommande fait partie désormais des objets qui prennent place notre espace domestique. Mais elles sont *moches*! Livré avec une télécommande traditionnelle, c'est à dire en plastique massif, **LIM** pourra recevoir une télécommande dessinée spécialement pour lui, qui s'inscrit dans le même design simple et élégant, mêlant bois et alu. Un objet que l'on ne cherchera pas à cacher, pour une fois...

Less is more : un système DIY "plug and play".

Soyons honnête, lors de la conception de miniMaX, nous avons largement sous estimé la difficulté de réalisation de ce système qui s'adressait en réalité à des bricoleurs exercés, sachant parfaitement souder, et possédant déjà une expérience en matière de *do it yourself* audio.

Dès le début de sa conception, la simplicité de montage du kit **LIM** a été constamment pensée et évaluée afin d'éviter de réitérer cette erreur :

- Aucune soudure, aucun outil spécifique ne seront nécessaires.
- Le montage électronique du *bloc de contrôle* consistera juste à assembler les éléments du coffret, puis y installer les cartes aux emplacements repérés. Il suffira alors de les relier au moyen de câbles déjà prêts, c'est tout.
- Le kit contiendra absolument tout ce qui est nécessaire : visserie, câbles, etc.
- Le montage de l'ébénisterie utilisera une nouvelle technique facilitant le positionnement et le maintien des panneaux. Un simple joint de colle vinylique lui assurera toute la rigidité et l'étanchéité voulue.

- Grâce au matériau utilisé (voir ci-dessous), le kit ne nécessitera aucune action spécifique (peinture, traitement, etc.) destinée à assurer sa finition. Un rapide ponçage du matériau suffira.
- Un mode d'emploi complet, assurant un guidage pas à pas au moyen de photos et d'illustrations, sera évidemment inclus.
- Enfin, une fois assemblé, le kit ne nécessitera aucun réglage pour être parfaitement opérationnel.

Less is more : une esthétique simple et raffinée, pour favoriser l'intégration domestique.

Pour tout dire, je n'ai encore jamais vu un seul système DIY qui soit *vraiment* satisfaisant sur le plan du design. D'ailleurs, même les modèles commerciaux manifestent trop rarement une véritable réussite dans ce domaine. Souvent hyper masculinisés, ils se caractérisent alors par une nette tendance au *clinquant* et au *massif*, sans doute afin de satisfaire l'ego de l'acquéreur.

Dès le départ il a semblé essentiel de maintenir la cohérence entre la restitution de **LIM**, un système qui *s'efface* devant la Musique, et son aspect esthétique : il se devait d'être discret.

Il l'est d'abord grâce à sa compacité : le *bloc de contrôle*, compact, contient l'ensemble de l'électronique. Ensuite, grâce au petit format des enceintes, qui sont tout à fait logeables dans une bibliothèque par exemple.

Mais cela ne suffit évidemment pas. On ne peut empêcher le système d'être visible, et il doit alors présenter des qualités esthétiques satisfaisant l'œil.

C'est pourquoi le design du système a été entièrement développé en étroite collaboration avec un jeune architecte/designer.

L'innovation, c'est que les ébénisteries et le coffret du *bloc de contrôle* adoptent un tout nouveau matériau, dérivé du bois, avec des performances mécaniques équivalentes à celles d'un MDF de très bonne qualité, mais qui présente l'énorme avantage sur ce dernier d'être extrêmement élégant d'aspect et donc de pouvoir être laissé brut. Ce qui simplifie radicalement la finition du kit par l'acquéreur!

S'y incluront quelques éléments en aluminium anodisé naturel, l'ensemble fleurant alors bon le design scandinave, que nous trouvons souvent simple et raffiné. **LIM** sera discret, mais beau, du moins avons nous tout fait pour qu'il en soit ainsi. Des images du futur système seront publiées dès que possible, et pour vous faire patienter, nous ne résistons pas au plaisir de vous proposer une image 3D de la future télécommande optionnelle :



Less is more : un système full digital.

Pour ceux qui ignoreraient encore l'apport qualitatif remarquable de la multiamplification *full digital*, je renvoie à l'article ⁽²⁾ paru sur le blog de mon ami Thierry, qui synthétise la démarche et les expériences menées.

Néanmoins, c'est loin d'être aussi simple qu'il y paraît. Par exemple, un des problèmes avec les amplificateurs *full digital*, c'est que l'offre est encore restreinte, que les fabricants sont presque tous situés à l'autre bout de la planète, et que les appareils disponibles ne sont pas tous adaptés à l'usage que nous voulons en faire (puissance, configuration, etc.).

Ensuite, les usagers "artisans" que nous sommes ne peuvent peser sur les décisions des fabricants qui, réfléchissant en terme de grosses quantités et pour des raisons qui leur sont propres, peuvent arrêter du jour au lendemain la production du modèle qui nous intéressait. Dans ce cas, ce ne sont pas les modestes ventes que nous représentons qui peuvent faire pencher la balance. Nous avons déjà connu une telle expérience avec miniMaX...

Aussi, pour éviter définitivement cet écueil avons nous décidé de faire réaliser en OEM *notre propre carte amplificatrice full digital*. Ceci représente un choix décisif dans la mesure où cela va nous permettre de gagner sur plusieurs fronts simultanément :

- Cela évite de devoir modifier un appareil déjà existant, nous disposerons d'une carte amplificatrice parfaitement configurée dès l'origine.
- On se passe ainsi définitivement d'un certain nombre de fonctions et composants totalement inutiles pour notre usage (*less is more*, n'est-ce-pas?).
- On peut contrôler/améliorer la qualité des composants critiques, en particulier au niveau du filtre de sortie.
- On dispose enfin d'une puissance parfaitement adaptée : 150W pour le grave médium, 60w pour l'aigu.
- Enfin, cela permet de simplifier radicalement le câblage du *bloc de contrôle* : on branche un câble en nappe, l'arrivée de l'alimentation DC, les sorties HP et c'est terminé!

Cerise sur le gâteau, le fournisseur est un artisan, donc compatible au niveau des quantités, il connaît bien le job et est de surcroît européen...

La mauvaise nouvelle, il faut bien qu'il y en ait une, c'est que le développement de la carte amplificatrice va certainement retarder la livraison des premiers kits de quelques semaines. ☹

Less is more : un caisson de grave unique.

Les systèmes à caisson de grave unique, souvent dénommés *triphoniques*, ne bénéficient pas, malgré d'évidents avantages (rapport performances/volume exceptionnel, simplicité, esthétique,...) d'une bonne réputation et ... c'est justifié!

Cependant, au contraire des *éternels simplificateurs* qui sautent immédiatement à la conclusion, nous pensons que la mauvaise intégration du grave qu'à raison on leur reproche régulièrement n'est pas due à un défaut intrinsèque au principe, donc indépassable, mais plutôt à une conception défaillante, une mauvaise mise en œuvre.

Et nous avons de très solides arguments pour étayer ce point de vue.

La raison, nous semble-t-il, en est la mauvaise compréhension de l'immense majorité des concepteurs (venus des sciences dites *dures*, souvent l'électronique), d'un phénomène psychoacoustique (une science *humaine*, quelle horreur!) que l'on appelle "effet de précedence". Il est parfois confondu (comprendre souvent...) avec un autre phénomène dit "effet Haas", confusion qui en dit long sur les lacunes susmentionnées puisque ces deux aspects constituent deux faces contradictoires du même fonctionnement auditif humain!

Schématiquement, *l'effet de précedence* décrit le fait que l'audition privilégie *systématiquement* l'onde directe par rapport à l'onde réfléchiée. En effet, le plus court chemin étant la ligne droite, c'est l'onde directe qui parvient **en premier** à nos oreilles et qui permet **la localisation spatiale inconsciente de la source sonore**.

L'explication couramment proposée de ce phénomène est amusante : en quittant les espaces libres et en se réfugiant dans des cavernes, nos lointains ancêtres ont développé cette nouvelle *compétence cognitive*. En effet, sachant qu'un *grognement* se propage dans toutes les directions et rebondit sur toutes les parois, il vaut mieux trouver un moyen sûr d'en localiser la source quand on partage l'habitat d'un ours ou d'un tigre à dents de sabre, de surcroît affamés!

Trop souvent négligé ou mal compris du fait de son fonctionnement au niveau inconscient, *l'effet de précedence* est pourtant un outil très puissant pour analyser et comprendre un certains nombre d'observations en audio.

Par exemple, l'insatisfaction systématique procurée sur le long terme par les systèmes électroniques de correction acoustique agissant sur tout le spectre : en effet, ceux-ci *dégradent l'onde directe* pour compenser les défauts des ondes réfléchies, et au bout d'un moment, le temps que ce *son direct déséquilibré* soit convenablement mémorisé, il devient insupportable.

Ou encore la raison pour laquelle les enceintes à façade large ont systématiquement une moins bonne image stéréo que celles ayant une façade de petite taille...

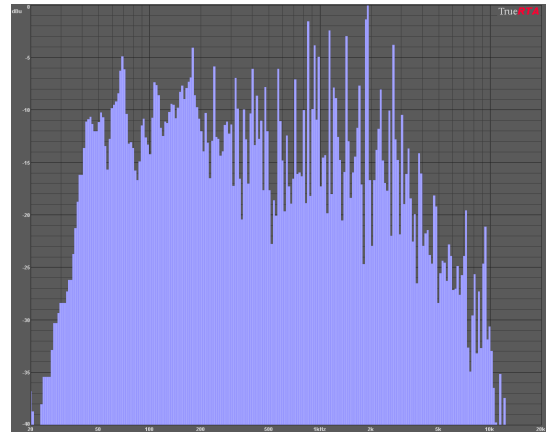
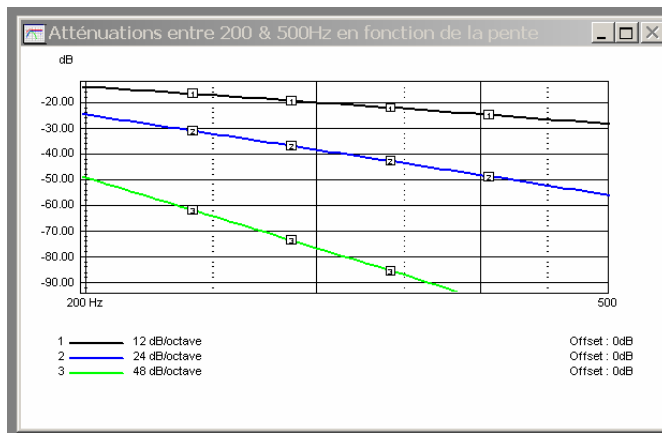
Si j'en ai le temps ☺, j'essaierai un de ces jours de publier des articles sur ce sujet, ô combien sensible.

Mais revenons à nos caissons de grave.

Prenons un exemple concret : un subwoofer unique dont le passe bas à 100Hz possède une pente de 12dB/octave. A la fréquence de 200Hz, le signal sera atténué de 12dB, et de 24 dB à 400Hz. Cependant *l'effet de précedence* commence à se faire sentir dès 300Hz, et d'autre part on a observé que l'on parvenait à effectuer une localisation approximative de sources sonores se trouvant pourtant à environ 20dB *en-dessous* du bruit ambiant! Un problème potentiel n'est-ce pas?

Mais ce n'est pas tout! Lorsqu'on regarde la distribution spectrale moyenne de la Musique, on observe que son amplitude prend une forme vaguement *gaussienne*, avec le médium d'un niveau plus élevé que le grave. C'est à dire qu'elle présente *une pente contraire à celle du filtrage* du caisson, un facteur qui diminue par conséquent l'atténuation obtenue dans le médium!

Un tel phénomène favorise la localisation du caisson par *effet de précedence*...et réduit à néant toute possibilité d'intégration.



La solution de ce problème est double :

- D'abord le recours à une fréquence de transition basse mais *surtout*, à une pente d'atténuation suffisamment sélective : sur **LIM** elle est de 48dB / octave et, en conséquence, il n'y a plus de reproduction des fréquences médium par le caisson à un niveau susceptible de permettre sa localisation. Ceci présente également un autre avantage pour les satellites, celui de repousser vers le bas la zone de fréquences où la coupure grave dégrade la phase.
- Ensuite, contrairement à ce qui se dit parfois, **le placement du caisson vis à vis des satellites n'est pas indifférent**. Il faut observer une règle stricte lors de son implantation : *la distance entre le caisson et les oreilles du ou des auditeurs doit être strictement **supérieure** à celle entre les satellites et ces mêmes auditeurs. Un delta d'environ 0.80 à 1.2m semble une bonne mesure.*

L'explication est simple : la reproduction par les satellites des harmoniques des instruments les plus graves doit parvenir *en premier* au cerveau et lui permettre en conséquence de localiser normalement ces instruments dans l'espace stéréo par *effet de précedence*. Ensuite, le front d'onde que le subwoofer produira possèdera vis à vis de l'auditeur un décalage temporel du même ordre que celui des premières ondes réfléchies des satellites.

Evidemment, pour que ce processus fonctionne au mieux, il est nécessaire que la zone de transition où se produisent des interférences soit extrêmement réduite, avantage supplémentaire du filtrage à 48dB/octave.

NB : Une expérience amusante a été effectuée avec un caisson soigneusement *dissimulé*, situé à 4m *dans le dos de l'auditeur*. Celui-ci, un tout jeune ingénieur du son fraîchement sorti de l'école et ignorant tout de la situation, ne l'a pas repéré et ne parvenait pas à comprendre comment les mini enceintes en façade pouvaient reproduire des fréquences aussi basses et avec un tel niveau...

Second dispositif original, celui concernant le fonctionnement vibratoire du haut parleur de grave au sein du caisson.

En effet, en fonction du rendement du haut-parleur, l'énergie perdue sur le plan mécanique représente de 400 à 1000 fois celle réellement dissipée en pression acoustique! Et dans le cas d'un subwoofer dont la membrane lourde se déplace largement, celle perdue en échauffement est bien moindre que celle dissipée en vibrations parasites!

C'est pourquoi le dispositif adopté, dénommé **diabolo** en raison de sa forme, est conçu pour réduire au maximum les vibrations à la source, c'est à dire au sein même du haut-parleur. Pour cela deux subwoofers *identiques* sont assujettis dos à dos de façon extrêmement rigide avec liaison principale au niveau de la plaque AR du circuit magnétique, et aussi par le saladier. Comme les membranes se déplacent *simultanément* dans des directions strictement opposées, les vibrations générées sont vectoriellement opposées et viennent s'annuler au sein de la pièce rigide placée entre les hp.

Un procédé identique a déjà été employé notamment par KEF sur son modèle Blade :



Mais nous avons néanmoins poussé le développement plus loin ;-). En effet, nous avons profité de la situation pour découpler totalement le bloc de haut parleurs de l'ébénisterie! Une manière radicale de rendre l'ensemble encore plus indifférent aux vibrations parasites. De surcroît, le procédé a permis de parfaire l'esthétique du caisson et d'en...faciliter le montage!

Signalons d'ailleurs au passage que le bloc *diabolo* sera livré assemblé aux acquéreurs, prêt à être inséré dans l'ébénisterie du caisson.

Enfin, pour l'anecdote, signalons que tout le développement du caisson *diabolo* a été effectué avec l'aide précieuse et totalement désintéressée d'un ami, ingénieur ayant une longue expérience dans le domaine, par ailleurs fondateur d'une très célèbre marque de haut-parleurs. Qu'il en soit très sincèrement remercié ici.

Less is more : des prototypes et des enseignements

Certains le savent déjà, plusieurs prototypes du système 2 voies ont été réalisés.

Le premier fut construit avec des haut parleurs de récupération qui dormaient dans le grenier. Malgré cela la qualité obtenue en termes de fidélité et de transparence a été suffisamment significative pour acquérir la certitude qu'on avançait bien dans la bonne voie.

La performance dans le grave en particulier s'est révélée excellente, au delà de ce que l'on observe d'habitude avec de telles enceintes (en multiamplication, on ne subit pas la limite de

l'enceinte dans le grave, on la *décide*...). Au point de pouvoir écouter de l'orgue (mais oui...) sans ressentir de frustration! Certes, les fréquences extrêmes du pédalier sont absentes, mais le système descend suffisamment bas pour en faire parfaitement ressentir la présence. Sur tous les autres messages, on ne ressent absolument aucun manque. Le compromis extension de la bande passante/niveau maximum (limité par l'élongation max du hp médium grave) qui a été choisi s'est en conséquence révélé très satisfaisant dans le cadre d'un usage domestique.

Un deuxième proto, nettement plus proche de la version définitive, a servi à valider le choix des transducteurs, des modèles *high end* de conception très récente. Signalons d'ailleurs que la recherche de performances supérieures au niveau des haut parleurs a eu malheureusement un effet inflationniste sur le coût de revient de l'ensemble ☹

Plusieurs tweeters ont été testés avant de dénicher *l'él*u, dont la transparence s'avère d'ailleurs supérieure à celle du modèle qui constituait notre précédente référence. La qualité globale de restitution obtenue a totalement confirmé la validité du système 2 voies, celui-ci se situant clairement *au moins* au niveau de David, avec une approche tout à fait similaire, celle d'une reproduction la plus transparente possible où le système tend à s'effacer devant l'enregistrement.

En ce qui concerne le caisson de grave, la fabrication du premier prototype est en cours, les essais relatés plus haut ayant été effectués avec un autre modèle, traditionnel dans sa structure interne. Les éléments nécessaires au système *diabolo* sont en cours de fabrication dans un atelier d'usinage de précision et dès qu'ils seront disponibles, l'assemblage effectué. Ce prototype, proche de la version définitive, servira bien sûr à valider l'approche technique, mais aussi à vérifier les détails pratiques, méthode de montage comprise.

A suivre...

morphosis

(1) Dans les forums (et même chez certains constructeurs artisanaux) on rencontre régulièrement des personnes qui déclarent "faire" du 6dB/octave, par incompétence, par recours à un argumentaire trompeur, ou les deux. Dans le monde authentiquement réel et véridique, ce n'est pas parce qu'on utilise un filtre à 6dB/octave, du premier ordre, que la réponse acoustique obtenue – celle de l'ensemble haut-parleur + filtre – suit effectivement une pente du premier ordre. Il s'en faut même de beaucoup! Notamment parce que le passe haut *naturel* d'un tweeter par exemple est du 2^{ème} ordre, soit 12dB/octave. Rappelons donc à ces personnes que 12+6, ça ne fait pas 6, mais généralement 18!

(2) <http://audiolalies.blogspot.fr/2016/03/tribune-libre.html>