

Les haut-parleurs, mythes & réalités.

Introduction

Ce que nous avons dit à propos de l'enceinte acoustique est encore plus vrai pour le haut-parleur. Rien ne paraît plus simple qu'un transducteur électrodynamique qui ne comporte qu'un nombre très limité d'éléments : un châssis, une membrane, une suspension, une bobine mobile, enfin un aimant avec ses pièces polaires, c'est tout. Cette simplicité a même incité certains fabricants, extrêmement orientaux bien sûr, à proposer au client de piocher à loisir dans un catalogue de sous-ensembles pour assembler facilement un haut-parleur personnalisé. Certaines enceintes du commerce sont truffées de ce genre de transducteurs. Si la qualité est là, après tout pourquoi pas?

C'est précisément le problème, la qualité n'y est pas du tout et il est fondamental de comprendre pourquoi. Parce que le haut-parleur n'est pas seulement la machine simple décrite ci-dessus, mais le lieu de phénomènes physiques extrêmement complexes : rien n'est linéaire dans son fonctionnement, et de surcroît, les manifestations parasites indésirables sont nombreuses et compliquent encore la tâche. Autrement dit, concevoir un haut-parleur de qualité nécessite de tenir compte de toutes ces non linéarités, et les réduire demande beaucoup de recherches, d'expérimentations, menées avec la combinaison rare d'une grande expertise et d'une certaine créativité. On est très loin de l'assemblage de sous-ensembles façon Lego destinés à des enceintes vendues en grande distribution. Enfin, comme si cela ne suffisait pas, le contrôle qualité doit être draconien à tous les stades de la fabrication, car il est extrêmement difficile d'avoir une production constante.

Les meilleurs modèles des meilleurs concepteurs, presque tous PMI du nord de l'Europe - certainement pas artisans japonais, encore un mythe à combattre - sont donc le fruit d'une expertise technologique et d'une recherche de qualité sans commune mesure avec ce qui se pratique dans les productions de masse. On notera toutefois que les appétits suscités par cette supériorité qualitative ont conduit ces dernières années à certains bouleversements dans le secteur. Mais nous y reviendrons par la suite.

Ce document tente donc d'explorer la question cruciale de l'appréciation qualitative des haut-parleurs. Au travers de quelques exemples réels, il permet de juger combien est aléatoire et contestable un mode de comparaison des transducteurs basé sur les opinions personnelles telles qu'elles s'expriment en permanence dans les forums audio. Il confronte quelques uns de ces critères purement subjectifs avec une évaluation qualitative expérimentale - c'est à dire une mesure objective - en soulignant notamment l'importance décisive des travaux de W. Klippel.

Dans un deuxième temps, il présente les composants choisis pour l'enceinte acoustique du système miniMaX à la lumière de ces paramètres mesurables, qui seuls permettent une appréciation qualitative réellement fiable.

1/ L'évaluation qualitative des haut-parleurs par la méthode subjective ou le mensonge par omission.

Pour rendre notre propos plus clair, commençons par une petite plongée dans l'univers merveilleux des forums dédiés au DIY. Le texte ci-dessous n'est pas une fiction complète car il a été fabriqué à partir de phrases réelles piochées dans ces forums. Seuls les noms sont imaginaires (et l'orthographe corrigée...).

Cela commence généralement ainsi :

Message de Groucho :

"Bonjour à tous.

Je voudrais réaliser une enceinte trois voies. J'ai pensé à un woofer Machin XB252 dans un volume de 45 litres avec accord à 38 Hz, un médium Truc 12MC800, et un tweeter Bidule T25GM. Je pense recouper l'ensemble en Butterworth 3 à 350 et 3500 Hz. Comme je suis assez novice, j'aimerais quelques conseils. Que pensez-vous du projet?"

Et les réponses pleuvent :

Message de Zeppo :

"Salut Groucho,

Oui, ton projet n'est pas mal et peut tenir la route, mais tu devrais remplacer le Bidule T25GM par un Chose 25TA104, ou un ZinZin RS28N. Le Bidule sonne affreusement métallique au dessus de 5 kHz. Il y a plein de gars sur le forum qui l'ont déjà essayé et qui l'ont finalement remplacé."

Message de Pipo :

"Définitivement, le Truc 12MC800 est un hp de bazar. C'est fabriqué n'importe comment, ça tient pas la puissance et les membranes plastiques, hein... Chez Fourbi il y a le K-130P. Au moins ça ne ressemble pas à un Tupperware et tu peux le faire cracher sans problème."

Et ainsi de suite... Quels sont donc les éléments importants à relever dans un tel échange?

D'abord la foi inébranlable de tous ces amateurs en leur capacité d'analyse auditive.

Nous avons dénoncé cette illusion précédemment. Déjà Platon, dans sa célèbre allégorie de la caverne, interrogeait le rapport complexe entre le monde sensible et la réalité, afin de nous montrer combien est incertaine l'interprétation que nous faisons de ce que nos sens nous transmettent, et combien il est difficile pour nous de mettre en question nos préjugés.

Mais la mystification principale dans ces forums ne concerne même pas les capacités d'analyse auditive réelles ou imaginaires de l'auditeur. Elle concerne l'objet même de l'évaluation : le haut-parleur. Car ce dont parlent tous les échanges de ce type ce n'est pas du transducteur seul, mais en réalité d'un ensemble indissociable : le haut-parleur + le filtre répartiteur + l'ébénisterie !

En effet, la courbe d'impédance est déterminante pour la conception du filtre passif. Elle est évidemment totalement différente d'un hp à l'autre et nécessite la refonte complète des composants si ce n'est du schéma. L'ébénisterie va influencer sur l'amplitude (diffraction) et sur l'impédance (fréquence de résonance). Et donc sur le filtrage.

Par conséquent vouloir établir une comparaison subjective de deux haut parleurs différents sur deux enceintes différentes relève de la pure imposture intellectuelle, car c'est un ensemble de facteurs – ils interagissent si étroitement qu'on ne peut les distinguer - qui va déterminer l'écoute et non le transducteur seul.

Malheureusement, lorsqu'il s'agit du remplacement d'un haut-parleur par un autre dans une même enceinte acoustique, les choses ne valent guère mieux. D'abord, il n'est pas certain que ces amateurs aient adapté le filtre au nouveau transducteur. Mais s'ils le font, c'est encore insuffisant, car, mesures acoustiques fiables à l'appui, il faut également s'assurer que les réponses en amplitude et en phase des deux haut-parleurs à comparer soient précisément identiques après filtrage ! Alors, seulement dans ce cas, l'évaluation subjective peut avoir un minimum de sens.

En effet, il est essentiel de saisir qu'un filtre n'a pas comme seule fonction de limiter la bande passante reproduite par le transducteur par l'insertion de passe-bas ou/et de passe-haut, mais aussi – c'est parfois la tâche principale – d'ajuster la réponse de ce dernier.

N'ayant encore jamais vu ces conditions réunies, ces personnes ne comparent jamais ce qu'elles disent comparer !

Dès lors, pourquoi et comment avoir la moindre confiance dans ces évaluations subjectives puisqu'elles mentent par omission? Leur sujet même n'est pas celui qu'elles revendiquent.

2/ L'évaluation qualitative des haut-parleurs par la méthode objective: mesures pertinentes et mesures négligeables.

Sans possibilité d'appréciation subjective *fiable*, il faut donc utiliser des mesures objectives *pertinentes* pour évaluer qualitativement le haut-parleur. Dans le cas du haut-parleur, la notion de pertinence signifie que les résultats de mesure devraient être corrélés à la qualité réelle du transducteur évalué. Malheureusement, nous allons voir que les paramètres disponibles habituellement ne sont pas les bons...

A/ Les paramètres de Thiele & Small (T/S).

Voice Coil Resistance	5.8 Ohms
Voice Coil Inductance	1.2 mH
Force Factor	7.2 N/A
Free Air Resonance	35 Hz
Moving Mass	14 g
Air Load Mass In IEC Baffle	0.86 g
Suspension Compliance	1.4 mm/N
Suspension Mechanical Resistance	1.72 Ns/m
Effective Piston Area	136 cm ²
VAS	33 Litres
QMS	1.90
QES	0.37
QTS	0.31

Si vous avez regardé un jour une feuille de données de haut-parleur, vous connaissez les paramètres T/S, qui définissent les caractéristiques électromécaniques du hp.

Soyons clair : les paramètres T/S ne disent RIEN sur la qualité réelle du hp. Ils sont basés sur une équivalence électrique du transducteur que l'on sait approximative et seulement valable pour des petits signaux constants, c'est à dire en dehors des conditions d'utilisation réelle du hp.

Même pour un expert, l'examen critique de la valeur de l'inductance (L_e) et du facteur de force (BL) n'est pas pertinent sur le plan de l'évaluation qualitative puisque, contrairement à ce qui se dit parfois, ce n'est pas tant la *valeur en soi* de l'inductance qui constitue un défaut, mais ses variations en fonction du courant (I) et du déplacement (X), informations qui ne figurent pas parmi ces paramètres puisqu'elles doivent être relevées avec des signaux larges.

Schématiquement, les paramètres T/S ne servent donc qu'à adapter la charge acoustique au HP. Et encore, doit-on restreindre le champ aux systèmes passifs puisque nous avons vu dans un document précédent qu'il était possible, sous certaines conditions, à un système actif de modifier le comportement du couple transducteur / charge acoustique.

Compte tenu de ce qui précède, nous espérons qu'on nous excusera d'être légèrement agacé de voir certain site considéré comme une autorité dans ce domaine, nonobstant une expertise réelle limitée, comme l'indique notamment sa présentation simpliste des paramètres T/S comme l'alpha et l'oméga de l'enceinte acoustique. Nous ne voyons pas ce qu'il y a d'extraordinaire à présenter des pages entières de feuilles de tableur, un simple travail de compilation, sachant que sur Internet on peut télécharger des dizaines de logiciels gratuits, qui permettent une simulation correcte de la charge acoustique. Généralement ceux-ci sont manipulables par un collégien tant ils sont simples.

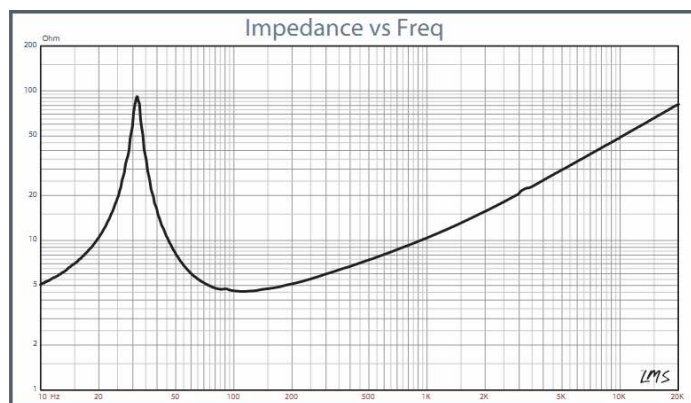
On trouve sur ces pages un mélange pernicieux de formules mathématiques recopiées (cela fait sérieux et impressionne le lecteur) et d'idées toutes faites, scientifiquement absurdes, qui témoignent d'une absence de *culture réelle* dans ce domaine.

Leur rédacteur a acquis cette position en arpentant les forums audio en permanence, même s'il se fait heureusement corriger de temps à autre par quelque personne qui connaît vraiment le sujet.

Moralité : fuyons comme la peste les forums audio. On pourrait dire également : "Au royaume des aveugles..."

Fin (temporaire) de l'agacement.

B/ La courbe d'impédance.



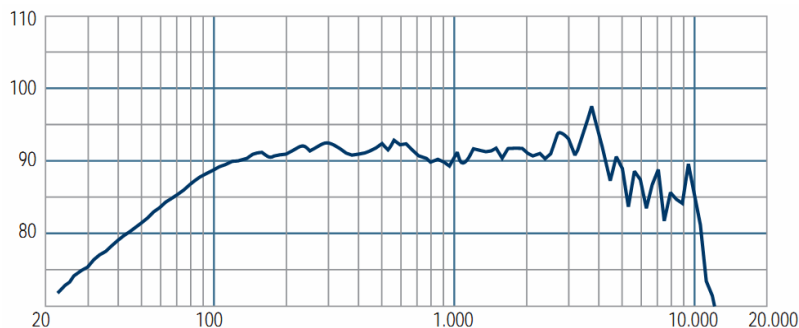
Le relevé de la courbe d'impédance est l'occasion de démontrer l'importance prépondérante des conditions de mesure. Généralement, les courbes d'impédance publiées sont établies avec une tension faible et constante. Nous avons signalé qu'un tel signal ne correspond pas aux conditions réelles d'utilisation.

Il existe une autre méthode, beaucoup plus longue et complexe, mais qui nous semble nettement préférable. Elle consiste à créer séparément, sous des tensions constantes croissantes, des courbes de voltage / fréquence et d'admittance (courant) / fréquence puis à diviser l'une par l'autre pour en dériver la courbe d'impédance. L'avantage c'est que cela permet d'observer à partir de *quelle tension de signal le rapport entre voltage et courant n'est plus linéaire*. C'est une *information qualitativement pertinente* en ce qu'elle indique le comportement réel du transducteur sur le plan dynamique.

Nous souhaiterions vivement que cette méthode devienne la norme. Malheureusement nous ne l'avons pour l'instant trouvée que chez Vance Dickason, au sein des tests de Voice Coil.

Cependant, même sur une impédance relevée sous 1V, avec un peu d'expérience, un examen attentif de la courbe permet de repérer certaines caractéristiques du hp : accident d'impédance corrélé à un accident d'amplitude à la même fréquence, indicatifs d'une non-linéarité, ou encore ondulations de la courbe accompagnées d'une faible augmentation de l'impédance en fin de bande passante, significatifs de la présence d'un dispositif de contrôle de l'inductance motionnelle (anneau de Faraday ou shorting ring) au sein du moteur magnétique, etc.

C/ La courbe amplitude / fréquence.



S'il y a un paramètre à envisager d'un œil particulièrement critique, c'est bien la courbe amplitude / fréquence des haut-parleurs ! D'abord parce que celle-ci est TRES dépendante des conditions dans lesquelles elle a été mesurée. Ensuite parce qu'elle est TRES facilement manipulable et, dans le but de mettre leur produit en avant, les constructeurs ne s'en privent pas !

En conséquence, il ne faut tirer aucune conclusion d'une éventuelle comparaison entre transducteurs de provenances différentes sur la base de la réponse amplitude / fréquence publiées par les constructeurs. Malheureusement, tous ceux qui se prêtent à ce jeu se fourvoient et tirent généralement des enseignements erronés de leur expérience.

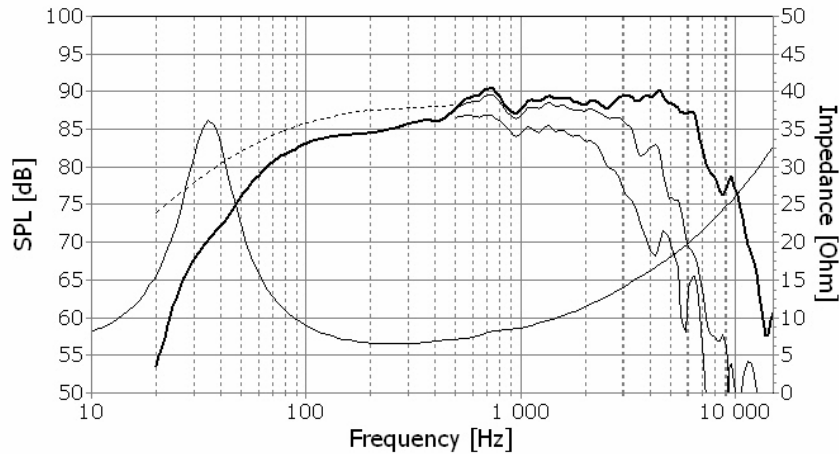
Ce sujet est si vaste et si complexe qu'il y aurait là matière à un document spécifique. Nous nous en tiendrons ici à des considérations générales.

Les conditions de mesure d'abord :

En dehors du type d'outil de mesure, de signal source, de positionnement du capteur et d'environnement acoustique, le type de baffle support du transducteur est un facteur déterminant quant aux résultats. Il y a bien une norme définissant forme et dimensions (baffle IEC) mais il ne s'agit que d'une recommandation et chacun est libre d'agir à sa guise. Ceci peut conduire à des résultats paradoxaux.

Ainsi Seas, le fabricant norvégien, pour se rapprocher des conditions réelles d'utilisation, mesure ses hp de grave/médium montés dans une enceinte de dimensions adaptées à un usage domestique. Ce faisant, toutes les courbes publiées subissent l'inévitable effet de baffle (baffle step), entraînant une brutale chute de niveau dans le grave de presque 6 dB en dessous d'une fréquence charnière de quelques centaines de Hz, en fonction des dimensions de l'enceinte.

Or ce protocole, plus réaliste, peut donner l'impression, parfaitement inexacte, d'un déficit de linéarité par rapport à d'autres, alors même qu'il s'agit au contraire d'un des constructeurs les plus honnêtes lors de la publication de ces mesures. Pour compenser en partie ce problème, Seas ajoute une ligne pointillée indiquant la réponse que l'on obtiendrait sur baffle infini.

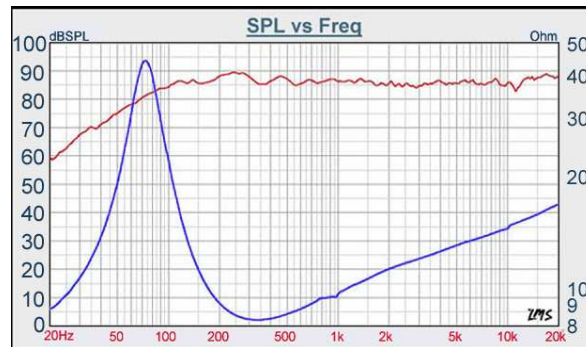


Les conditions de présentation des résultats ensuite :

Commercialement, il est évident que les constructeurs ont tout intérêt à publier les courbes les plus flatteuses possibles. Ils disposent pour cela de plusieurs méthodes qui permettent d'arranger les choses, sans pour autant tricher au sens propre.

La première méthode, positive, est celle de la moyenne. On mesure plusieurs échantillons du haut-parleur puis on procède à la moyenne des différentes courbes. Ceci a comme conséquence de tendre à lisser légèrement les petites irrégularités en raison des petites disparités observées entre exemplaires.

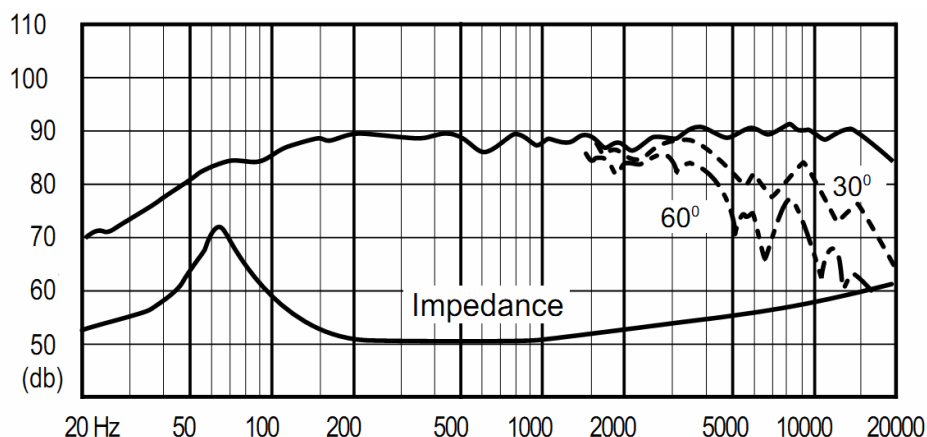
La deuxième méthode consiste à utiliser une échelle verticale très étendue et large. Cela écrase significativement les irrégularités d'amplitude. Dans le genre, les champions sont les taiwanais de TangBand, qui utilisent une échelle verticale de 100dB. Inutile d'espérer repérer quoi que ce soit dans ces conditions.



Heureusement, l'échelle est souvent plus réduite, de l'ordre de 50dB, avec une graduation de 5dB.

La troisième méthode consiste simplement à lisser directement la courbe. Là aussi ce sont les irrégularités qui disparaissent pour le plus grand bien de la linéarité apparente. Dans

cette catégorie, les champions pourraient bien se trouver chez Fostex ou Eton. On se demande ce qu'ils ont à cacher ;-)



En conclusion, sauf à repérer des accidents d'amplitude majeurs, notamment à l'extrémité supérieure du spectre, il n'est pas sérieux de se baser sur les courbes fournies par les constructeurs pour évaluer qualitativement les haut-parleurs.

2/ L'évaluation qualitative des haut-parleurs par la méthode Klippel : la révolution invisible.

L'idée de base du Dr Wolfgang Klippel est assez simple : la modélisation linéaire traditionnelle du haut parleur *n'est valable que pour un petit signal constant*. Par conséquent, sur un signal audio par nature variable, nous sommes obligés d'utiliser des haut-parleurs extrêmement surdimensionnés, en espérant ainsi les maintenir dans une plage de fonctionnement qui ne soit pas trop non linéaire.

Les mesures traditionnelles de distorsion harmonique ou d'intermodulation permettent bien d'observer des non linéarités, mais ne peuvent *en décrire la cause*. Il est donc nécessaire de pouvoir étudier et mesurer les éléments constitutifs du transducteur électrodynamique sur de larges signaux ayant des caractéristiques proches du signal audio.

Ces recherches ont abouti à de nouvelles méthodes de mesure, qui permettent *d'évaluer vraiment les performances d'un transducteur électrodynamique*. Elles montrent l'importance prépondérante du moteur magnétique - et de la suspension s'il y a des déplacements importants de l'équipage mobile - dans la qualité d'un haut-parleur.

Pour ceux qui voudraient se plonger dans l'univers passionnant des recherches sur les non-linéarités, nous recommandons de suivre le lien ci dessous, qui permet de consulter les nombreuses publications et communications scientifiques de M. Klippel.

<http://www.klippel.de/know-how/literature/papers.html>

Pour les autres, voici quelques explications extrêmement sommaires : les non-linéarités au sein du moteur magnétique sont directement liées à la conception de celui-ci, bobine

mobile incluse évidemment. Elles évoluent en fonction d'une part des déplacements de l'équipage mobile au sein de l'entrefer, de l'autre du courant qui circule dans la bobine, échauffement compris. Ceci entraîne des variations du facteur de force (BL) ainsi que de l'inductance de la bobine (L_e). Les non-linéarités au sein de la suspension sont directement liées au déplacement et en particulier aux caractéristiques de la force de rappel de l'équipage mobile (K_{ms}), le contributeur principal étant le spider.

Nous conseillons à tous les lecteurs de suivre le lien ci-dessous et d'imprimer le document qui s'y trouve. C'est un document essentiel (et à conserver) qui offre une vision synthétique de ces non-linéarités.

http://www.klippel.de/fileadmin/klippel/Files/Know_How/Literature/Papers/Klippel_Nonlinearity_Poster.pdf

Il faut comprendre qu'il y a là une manière radicalement différente - et nettement plus pertinente - d'aborder la question des performances et de la qualité du transducteur électrodynamique. Pour être clair, et à titre d'exemple, c'est dans le design de l'ensemble du moteur magnétique et de l'équipage mobile que se situe les possibilités d'optimisation et remplacer grossièrement un aimant ferrite par un alnico n'y change rien.

Il faut bien saisir également qu'il est nécessaire d'employer des moyens de mesure complexes et relativement coûteux, accessibles seulement quand on atteint une dimension industrielle et manipulables par des personnes formées à ces techniques.

C'est pourquoi nous avons indiqué combien le culte rendu à certains artisans japonais travaillant dans leur arrière cuisine semblait absurde. Il s'agit là de conceptions qui, même améliorées, datent des débuts du cinéma parlant et aboutissent à des performances aujourd'hui largement dépassées... Avoir du respect pour le vintage est une chose, garder les yeux braqués en permanence sur le rétroviseur en est une autre.

3/ Les haut-parleurs de miniMaX V2.

Nous entamerons cette partie par un - nième – rappel, inutile pour ceux qui ont compris la structure du système et son fonctionnement, indispensable pour ceux qui ne lisent qu'en diagonale : miniMaX est adapté précisément aux caractéristiques des transducteurs sélectionnés. Changer la référence de l'un d'entre eux, c'est avoir la certitude de dégrader radicalement les performances.

A/ Les haut-parleurs de grave.

Nous ne reviendrons pas sur le cahier des charges. Il a été largement évoqué dans le document "Quelques aspects de l'enceinte acoustique du système miniMaX".

Le haut-parleur sélectionné est un modèle Seas de 21 cm, le L22 RN/4X (H1208).



http://www.seas.no/images/stories/prestige/pdfdatasheet/h1208_l22rn4x_p_datasheet.pdf

C'est un pur woofer, avec une bobine longue autorisant de grandes élongations. Ses caractéristiques sont bien adaptées à l'utilisation particulière qu'en fait miniMaX. Il possède une ogive qui favorise l'évacuation de la chaleur et une excellente ventilation de la bobine. Enfin, il est - très bien - fabriqué en Norvège par une entreprise remarquable (ce sont les employés qui possèdent la société) et il est très abordable.

A son détriment, on note une inductance très élevée (bobine 4 couches), un moteur magnétique simple et une membrane en alu rigide qui produit une violente résonance vers 4kHz.

Néanmoins ces restrictions n'ont pas d'incidences compte tenu de son utilisation. Comme miniMaX utilise 2 Seas L22RN4X par enceinte, câblés en parallèle, cela diminue l'inductance et donne par ailleurs une impédance résultante de 4 Ohms. Ensuite, les haut parleurs sont recoupés extrêmement bas avec des pentes raides ce qui rend totalement inoffensifs la distorsion découlant de l'inductance motionnelle ainsi que le "breakup" de la membrane aluminium.

Le travail des Seas consiste donc seulement à "déplacer beaucoup d'air", tâche dont ils s'acquittent parfaitement.

On doit en commander 4 *exemplaires* pour le système miniMaX. C'est un haut parleur très commun et facile à se procurer. Néanmoins, nous recommandons d'éviter certains revendeurs hexagonaux dont les marges sont souvent abusives, quand ce ne sont pas les pratiques commerciales qui sont franchement à la limite de l'illégalité (notamment : perception de l'intégralité du paiement alors que le produit n'est pas en stock...).

Parmi les moins chers : http://www.europe-audio.com/Product.asp?Product_ID=5773

B/ Les haut-parleurs de medium.

Le cas du haut-parleur de medium mérite qu'on s'y arrête. D'abord parce qu'il a en charge une grande partie du spectre et que sa qualité est donc déterminante. Ensuite parce que son origine est très intéressante et que ses caractéristiques illustrent nos propos précédents.

Ce n'est pas un secret, les meilleurs transducteurs pour le marché DIY sont fabriqués en Europe du nord par une poignée de PMI. En particulier, Scan-Speak avec sa série Revelator, a équipé et équipe encore quelques uns de meilleurs modèles d'enceinte des meilleurs intégrateurs (Wilson Audio, etc.). Une telle hégémonie a attiré la convoitise d'une société américaine soutenue par de puissants investisseurs, qui a acquis l'entreprise. Moyennant quoi, ne trouvant pas leur compte dans ce rachat, une partie du staff de R&D, parmi les meilleurs spécialistes au monde donc, a quitté le navire et décidé de poursuivre leur propre chemin.

Deux nouveaux fabricants différents sont donc nés de cette scission, basés sur le même principe, peu original de nos jours : une étude menée par des ingénieurs occidentaux et une fabrication en Asie. SB Acoustics d'un côté, Wavecor de l'autre sont ces deux entités qui ont acquis rapidement une excellente réputation, et pour cause, avec des produits à la fois performants et abordables.

L'histoire de Scan-Speak ne s'arrête heureusement pas là puisque des investisseurs Danois ont racheté l'entreprise il y a peu, afin de pérenniser la production sur place. Néanmoins, si les produits phares de la société sont toujours réalisés avec le même soin (et le même tarif...), on a vu apparaître une nouvelle gamme moins ambitieuse nommée Discovery, hélas basée sur des moteurs magnétiques nettement plus basiques.

Mais revenons plus directement à miniMaX.

La faible largeur de l'ébénisterie imposait un diamètre maximum de 120mm. D'autre part, l'utilisation d'un filtrage avec une fréquence charnière placée assez bas commandait un haut-parleur capable d'une certaine excursion. Ce qui implique la nécessité d'un contrôle rigoureux de l'inductance motionnelle et donc un moteur magnétique évolué. Enfin, afin d'autoriser un niveau sonore maximum suffisant au système, la sensibilité ne devait pas descendre en dessous de 88 à 89 dB tout en ayant une grande accessibilité en puissance.

Après une étude comparative intensive, notre choix s'est finalement porté sur un haut parleur **Wavecor**, le **WF 120BD03**.

Souignons immédiatement qu'il s'agit de la version 4 Ohms et que son frère presque jumeau, le WF120BD04, est un 8 Ohms et ne convient absolument pas à miniMaX en raison d'une sensibilité inférieure de 2.5dB ! Attention donc lors de la commande.

On trouvera ci dessous le lien vers la datasheet de cet excellent transducteur.

http://www.wavecor.com/WF120BD03_04_specifications.pdf



Ce haut parleur, un grave medium, est d'une qualité de fabrication digne du très haut de gamme. Développé par Per Madsen, responsable technique ayant participé à la conception de quelques uns des plus beaux fleurons de Scan-speak, il possède un moteur au design particulier (Balanced Drive) et a fait l'objet d'une analyse Klippel presque complète parue dans le mensuel Voice Coil. *C'est son frère 8 Ohms, le WF120BD04 qui est testé dans le document, mais les performances de la version 4 Ohms utilisée par miniMaX sont absolument identiques.* Cette analyse est téléchargeable ici : http://www.wavecor.com/WF120BD04_VC_test_bench_Sep_2010.pdf

Nous aimerions attirer votre attention sur certaines des excellentes performances de ce hp.

D'abord, la mesure de l'impédance. Vous remarquerez que le Wavecor est resté linéaire sous 10V. C'est précisé dans le texte, mais il s'agit bien là d'une caractéristique remarquable et rare dans ce diamètre. C'est le signe qu'il ne "coincera" pas avec l'élévation du volume sonore, comme c'est si fréquent.

Ensuite on note un BL (facteur de force) étendu. Comme l'excursion maximale du Wavecor est limitée par le passe-bas au sein de miniMaX, cela permet au WF 120BD03 de rester dans la plage linéaire du BL, même au niveau maximum. De même, malgré une certaine asymétrie, la suspension peut être considérée comme globalement linéaire dans la plage de fonctionnement du hp au sein de notre système.

On remarquera également la très faible variation de l'inductance en fonction du déplacement de la bobine. La qualité du design du moteur magnétique, l'utilisation pertinente d'anneau(x) de Faraday (shorting ring) expliquent cette performance.

Enfin, on observe que la distorsion est très faible à l'exception d'une légère pointe centrée sur 1kHz environ. Vous noterez que cette pointe correspond exactement à un accident d'amplitude nettement visible sur la courbe de réponse, probablement dû à la membrane. Ce phénomène – habituel - est difficile à contrôler avec un filtrage passif car il nécessite

d'interposer de nombreux composants sur le trajet du signal pour corriger l'amplitude des différentes irrégularités de la réponse, avec comme conséquences une précision relative et des pertes d'insertion importantes. Par contre, c'est réalisable aisément avec un DSP et sans pertes...

On peut commander les deux **Wavecor WF 120BD03** chez différents revendeurs :

http://www.lautsprechershop.de/hifi/index_fr.htm

http://www.ari-acoustics.de/epages/es123766.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/es123766_ari-acoustics-shop/Products/LWA3503

<http://www.rumoh.nl/nl/bass-midrange/3070-wavecor-wf120bd03-11cm-midrange-driver-paper-cone.html>

C/ Les haut-parleurs d'aigu.

Le cahier des charges concernant le tweeter de miniMaX était le suivant : petite taille afin de rapprocher les centres émissifs, donc probablement moteur magnétique à base de néodymium. Directivité réduite, c'est à dire petit diamètre émissif (19 ou 20mm). Absence de résonances marquées, bonne tenue en puissance (compression reculée) et tarif raisonnable.

L'équipage mobile d'un tweeter se déplaçant peu, le courant circulant dans la bobine étant, du fait du filtrage, limité, les analyses Klippel perdent tout sens. Ce sont donc des mesures traditionnelles - enfin presque - qui permettent d'observer le comportement réel, et donc la qualité, d'un transducteur d'aigu.

Nous pratiquons généralement de la façon suivante : via le DSP, nous appliquons au tweeter un filtrage "générique" avec un LR2 à 2.5kHz. Puis, en appliquant une puissance croissante, nous réalisons à chaque étape une mesure de la distorsion harmonique – avec une attention particulière portée à l'évolution des harmoniques de rang élevé – et un Waterfall (cumulative spectral decay). L'examen comparatif des différents relevés permet de faire apparaître, parfois rapidement, des résonances ou des non-linéarités qui seraient passées inaperçues avec des mesures à niveau sonore modeste et constant.

Enfin, un simple démontage du tweeter (entraînant fréquemment sa destruction...) permet souvent, en observant la géométrie des pièces polaires et de l'ensemble mobile, d'avoir une idée de ce qui se passe derrière la membrane, zone dissimulée où prennent source pourtant de nombreuses résonances néfastes. Les faibles longueur d'onde en jeu causent des réflexions internes, difficiles à juguler.

C'est d'ailleurs ce travail de dégagement et d'amortissement de la zone à l'arrière de la membrane qui explique en partie la supériorité qualitative des célèbres Seas "Millenium" et Scan-Speak "Aircirc".

Pour miniMaX V1, ce protocole nous avait conduit à sélectionner le SB Acoustics SB29RDNC, visible sur les photos du site. Malheureusement, malgré des qualités réelles, ce modèle souffre d'un défaut rédhibitoire : une directivité importante due au diamètre et à la géométrie particulière de sa membrane.

Pour miniMaX V2, nous avons remplacé ce modèle par un tout nouveau tweeter, le **Wavecor TW022WA04**. http://www.wavecor.com/html/tw022wa03_04.html



Ce modèle à dôme dispose de plusieurs avantages. D'abord son diamètre de 22 mm autorisant une directivité légèrement plus faible que le traditionnel dôme 25 mm, tout en gardant une tenue en puissance très satisfaisante. Ensuite le profil de sa membrane avec une suspension très large, inspirée de celle conçue par Scan-Speak sur la série D30, qui améliore le fonctionnement du dôme, en particulier aux hautes fréquences.

Enfin, le travail effectif sur le dégagement de l'arrière de la membrane et la réduction des résonances internes qui se traduit par un comportement dynamique très satisfaisant.

Attention lors de la commande, le modèle TW022WA03 est la version sans face AV, inutilisable pour miniMaX. Le TW022WA04 est disponible chez les mêmes revendeurs que le médium et permet de bénéficier d'un envoi groupé offrant une légère économie sur les frais de port :

http://www.ari-acoustics.de/epages/es123766.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/es123766_ari-acoustics-shop/Products/LWA0104

<http://www.rumoh.nl/nl/wavecor-tweeter/3224-wavecor-tw022wa04-22mm-silk-dome-tweeter.html>