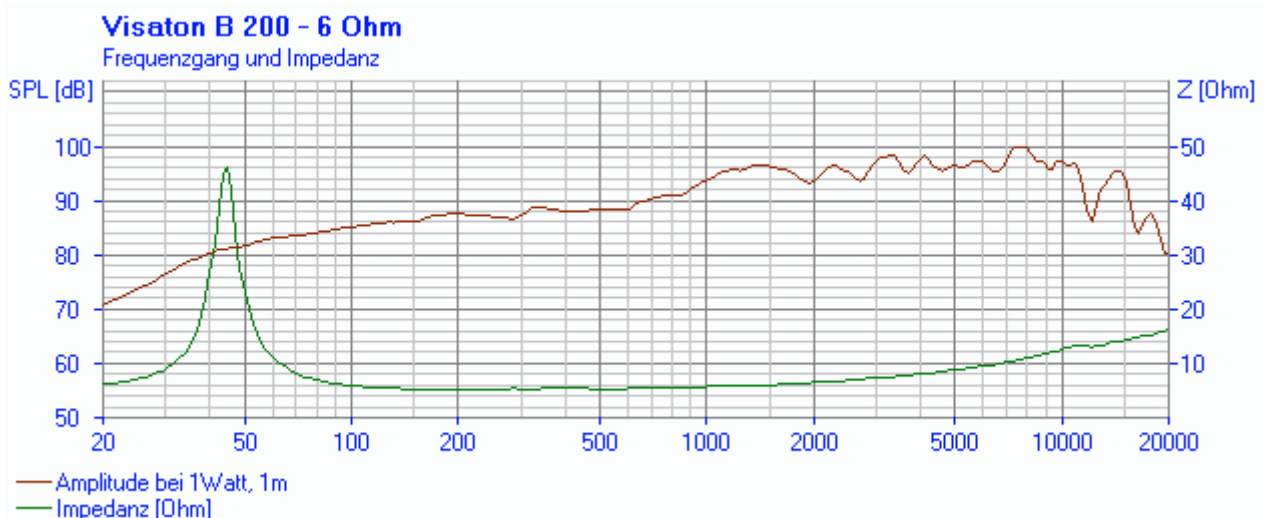
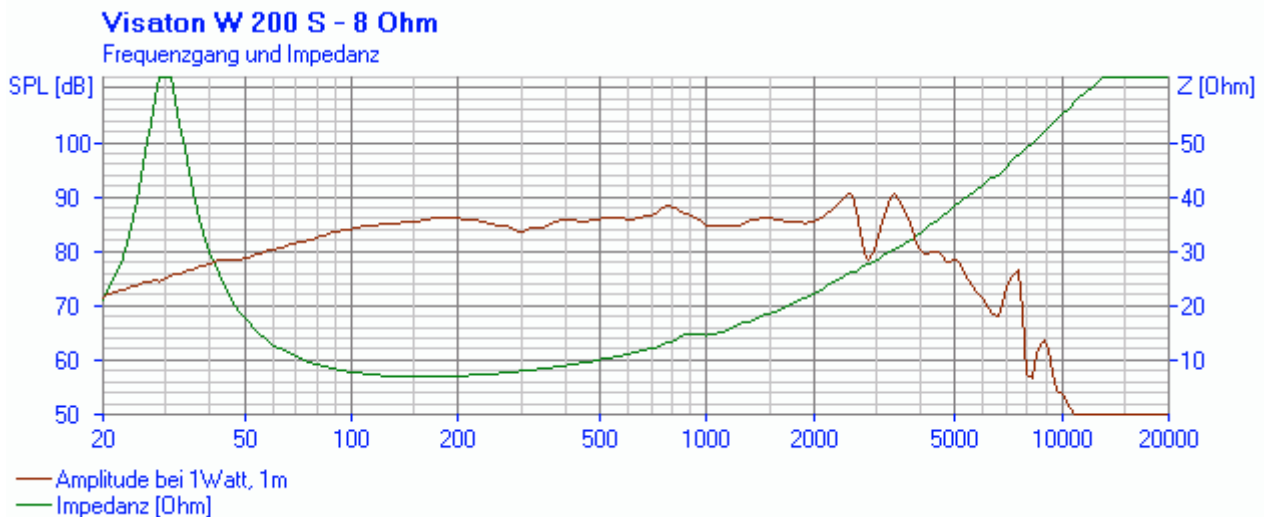


## Le large bande, un mythe français (au logis)

*Un texte de Franck M. pour qui la technique est au service de la musique et non le contraire.*

Comme souvent, tout commence par une question : Comment se fait-il que la bande passante dans l'axe d'un hp de grave de 20 cm ne dépasse pas quelques kHz, alors que celle d'un large-bande de même diamètre monte pratiquement à 20 kHz ?



Bon, soyons honnête, ce n'est pas la principale préoccupation des français, mais un jour ou l'autre tout amateur s'est interrogé. D'ailleurs ce n'est pas la question qui est intéressante ici, mais la réponse. Pour 90 ou 95 % des audiophiles, elle sera à peu près celle-ci : « Fastoche, c'est un problème de masse mobile ! Plus c'est lourd et moins ça peut monter en fréquence. D'ailleurs les magazines audio répètent sans cesse qu'une membrane doit être légère et rigide... ». Et effectivement, lorsqu'on compare les deux exemples ci-dessus, on remarque que le W200 a une masse mobile de 26 g contre moins de 10 g pour le B200. Donc, l'affaire est pliée, pas de mystère la-dedans.

Pourtant, comme je suis enseignant jusqu'au bout du caleçon, je vous propose une petite expérience « d'acoustique amusante »...

Vous avez certainement chez vous un vieux poste de radio en état de marche. Prenez un micro, même tendance plastique massif, et téléchargez un analyseur tiers d'octave pour pc en freeware, il y en a plein. Vous êtes prêts. Vous démontez le hp du poste de façon à pouvoir le sortir sans le débrancher, vous le placez membrane vers le haut et réglez le poste de façon à reproduire le souffle inter-stations à fort niveau. Vous mettez le micro à 10 ou 20 cm bien au-dessus de la membrane et vous faites une première mesure de la réponse avec l'analyseur. Sans toucher au volume ni au micro, vous placez bien au centre du hp sur le cache noyau une petite boule de pâte à modeler, ou mieux de « patafix », de sorte que vous ayez multiplié par 3 ou 4 la masse mobile du hp. Nouvelle mesure et...surprise ! La courbe obtenue est absolument parallèle à l'autre et l'on observe seulement une baisse du niveau sonore. S'il n'y a aucune atténuation observable de l'extrême aigu, c'est donc que l'explication couramment admise est inexacte ! En réalité, cette histoire de masse mobile est une légende comme on en rencontre tant dans l'audiophilie. Pour faire court, des journalistes simplifient outrageusement et la rumeur fait le reste. D'ailleurs ne me croyez pas sur parole, faites vous-même l'expérience !

Maintenant que nous n'avons plus de réponse clefs en main à la question du début, suivez-moi, on va mettre les mains dans le cambouis et jeter un œil sur la mécanique !

### **1 / Un peu de ce que vous n'avez jamais voulu savoir sur le moteur magnétique et que je vais quand même vous raconter.**



Comme vous n'êtes pas nés de la dernière pluie et qu'à vous, on ne la fait pas, vous avez certainement remarqué que j'ai pris soin de laisser visibles les courbes d'impédances sur les deux exemples du début et vous avez noté la différence nette entre les deux tracés. Une partie de l'explication est là, sous la forme de l'inductance de la bobine mobile. C'est elle qui explique la remontée de l'impédance du W200 dans l'aigu. Comme cette inductance est sur le trajet du signal, elle constitue un...passe-bas qui participe largement à la limitation de bande passante observée sur ce hp grave-medium.

Ainsi pour prolonger la réponse dans l'aigu du hp il faut diminuer l'inductance de sa bobine, c'est à dire diminuer sa taille. Ce qui accessoirement diminue aussi sa masse et favorise le rendement. Tout paraît donc pour le mieux, sauf que cette réduction de la taille de la bobine présente en réalité des inconvénients.

D'abord, elle limite la possibilité d'excursion de l'équipage mobile. Autrement dit, sa capacité à déplacer de l'air et donc à reproduire le grave. Solution trouvée ? Augmenter le diamètre de la membrane : bonjour les large-bandes de 20 voire 30 cm et les charges à pavillon.

Conséquences : au revoir la directivité - à 15° on a déjà l'atténuation d'un système multivoies à 60° - et le sous-grave! Pour vous donner un ordre d'idée, le grave d'un certain 30 cm large-bande français équivaut à peine à celui qu'on peut obtenir d'un classique mini-boomer de 14 cm (129 contre 134 cm<sup>3</sup>).

Ensuite, les performances thermiques de la bobine sont nettement dégradées. C'est pourquoi le rendement est si important pour un large-bande traditionnel, car sa capacité en puissance est franchement médiocre !

Je profite de l'occasion pour signaler combien la géométrie de l'entrefer, la qualité des plaques de champ et la façon dont est traitée la modulation du flux magnétique par les mouvements de la bobine sont prégnantes dans l'élaboration d'un bon moteur, bien plus que l'utilisation d'un type particulier d'aimant...Et on pourrait aussi chanter "Eddy, sois bon".\*

Enfin, logiquement, les médiocres performances thermiques et l'excursion limitée conduisent à des taux de THD très élevés avec de plus un certain effet de seuil, notamment avec des moteurs du type underhung (bobine plus courte que l'entrefer): dès que l'on dépasse les conditions optimum, et il n'en faut pas beaucoup, la dégradation est très rapide. Il est d'ailleurs assez étrange de constater que lorsqu'il s'agit d'évoquer le comportement des hp à radiation directe pour les comparer à d'autres sous l'angle de la distorsion, certains, suivez mon regard, présentent systématiquement des hp large-bande. Mauvaise foi ?

A ce stade, je ne sais pas si vous êtes comme moi, mais je trouve que le Lowther à 900€ le bout paraît déjà moins sexy, n'est-ce-pas ? Mais ce n'est pas fini, la victime bouge encore et je n'ai pas craché tout mon venin...

## **2 / Membrane, du latin *membrana*, qui veut dire machin vibrant à tendance polémique (Victor).**

Résumons-nous : les contraintes qui pèsent (toujours ces mêmes buts) sur un large-bande le conduisent à avoir plutôt une membrane de grand diamètre et un équipage mobile très léger pour privilégier le rendement.

Prenons une hypothèse : la bobine mobile du hp n'introduit aucune distorsion et ses mouvements sont une réplique exacte du signal qui lui est appliqué. Imaginez en plus que nous possédions un matériau à la fois très léger et infiniment rigide, il serait alors très facile de fabriquer une membrane susceptible de traduire fidèlement les mouvements de la bobine. Malheureusement, cet idéal n'existe pas et nous devons nous contenter de substances plus ou moins performantes, ce qui a fait dire à un acousticien français : "Ultra-rigide? Mais ce n'est pas assez rigide!"

Il faudrait de très nombreuses pages pour entrer dans le détail des paramètres ayant une influence sur le comportement d'une membrane. Comme je vous sens prêts à somnoler, je vais m'abstenir, mais j'aimerais quand même souligner en passant l'importance fondamentale de ce qu'on appelle le coefficient de pertes internes: puisque le cône va se déformer et vibrer, ce facteur, trop souvent négligé, décrit la façon dont le matériau va amortir ces vibrations. Sinon, le cône du hp va se comporter comme une cloche, dinnnnnnnnng donnnnnnnng!

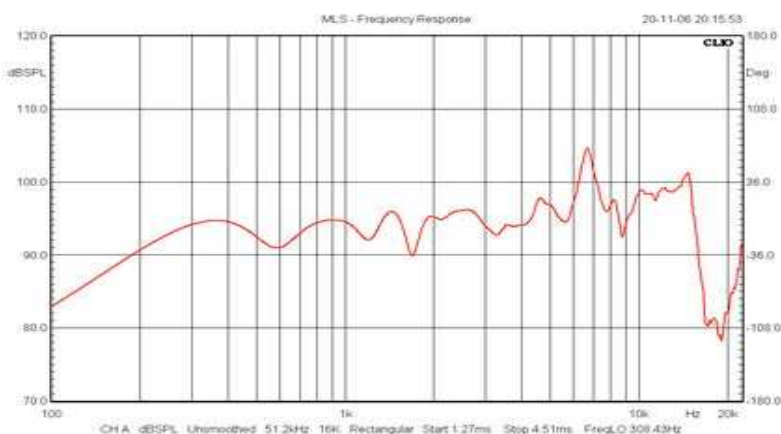
Simplement, quel est le comportement général d'un cône de haut-parleur? Dans le grave, pas trop de problèmes, la membrane arrive à suivre les mouvements de la bobine. Par contre, plus haut, arrivé à une certaine fréquence, la membrane ne réagit plus de façon uniforme, et une première cassure se crée dans son mouvement. C'est le premier fractionnement (breakup) et à

partir de cette fréquence le cône va se segmenter et son fonctionnement vibratoire va devenir extrêmement complexe, avec de nombreuses résonances et anti-résonances. C'est un peu comme les différents nœuds de vibration d'une corde de guitare. Cela se traduit par des accidents facilement repérables dans la réponse amplitude / fréquence.

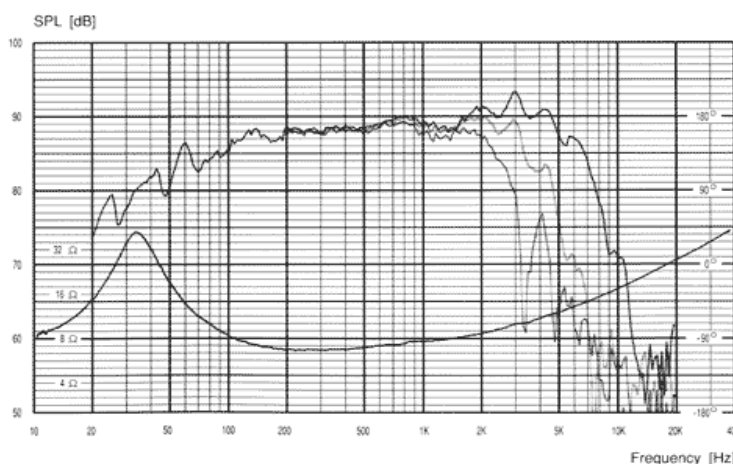
Maintenant, reportez-vous quelques années en arrière lorsque vous étiez à l'école primaire. Vous avez certainement joué à faire vibrer votre règle plate sur le bord de votre table. En réalité, vous expérimentiez spontanément certaines propriétés des matériaux. A savoir : plus un même matériau est épais, plus il est rigide (avec une règle carrée, ça ne marche plus). Plus le porte-à-faux est grand plus la fréquence à laquelle il vibre est basse.

Vous voyez où je veux en venir? A ceci: comme la membrane du hp large-bande est obligatoirement de grand diamètre, et qu'elle doit rester très légère, celle-ci ne peut manquer de se mettre à vibrer en plein milieu du spectre audio que le hp reproduit... Vous pensez que je galéje, que je raconte des carabistouilles?

Regardez la réponse de ce hp large-bande très réputé (190 € pièce). Les phénomènes parasites liés au comportement de la membrane sont facilement visibles, en particulier les accidents de la zone 1-2 KHz et la magnifique résonance de presque 10dB à 6.7 KHz. Et encore, cette courbe a nettement été lissée...



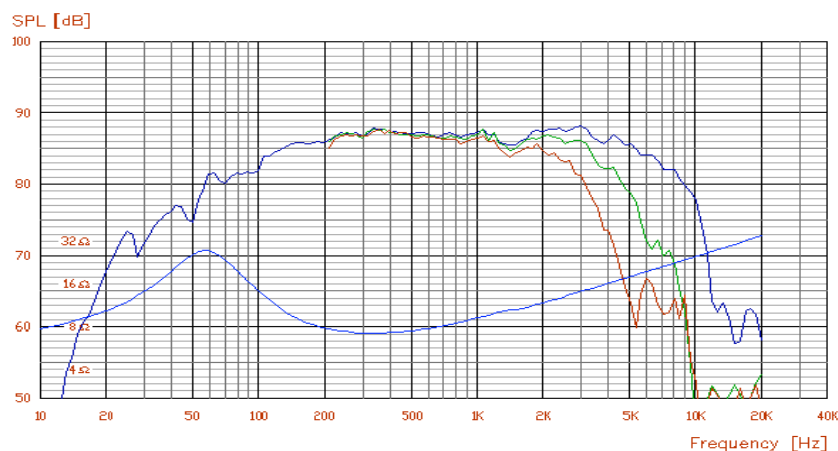
Ce hp est un grave médium, également à membrane papier, très apprécié également (150 € pièce), de même diamètre que le large-bande précédent. Les premiers accidents se situent dans la zone 2 / 4 KHz, c'est à dire juste au-dessus de la fréquence de coupure optimale et avec des amplitudes nettement réduites. La membrane est visiblement plus rigide et mieux amortie.



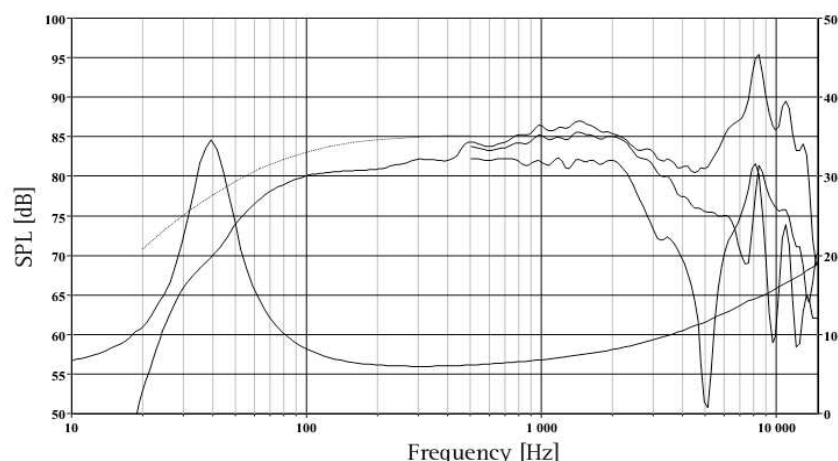
Certes une membrane de hp est toujours un compromis, mais tous ne se valent pas, la preuve. Les hp pour enceintes multivoies sont aussi sujets aux problèmes de membrane, mais il est possible de mieux les contrôler et de rendre leurs défauts nettement moins nocifs que dans le cas d'un large-bande. Comme on peut obtenir de grands déplacements - bobine longue = inductance plus élevée, bande passante plus limitée, vous vous souvenez? – on peut ainsi réduire le diamètre de la membrane sans dommage pour l'extension du grave. Pensez au coup de la règle: à matériau égal, un plus petit diamètre veut dire plus de rigidité.

Comme la tenue en puissance est aussi bien meilleure, on peut légèrement sacrifier le rendement en augmentant la masse mobile, choisir un matériau nettement plus amorti et compenser ainsi sa moindre rigidité spécifique en augmentant l'épaisseur de la membrane.

A titre d'illustration voici ce qu'on peut obtenir comme excellents résultats quand le constructeur sait s'y prendre convenablement: l'ensemble mobile est extrêmement bien amorti au point qu'il devient difficile d'observer la trace du premier fractionnement. La courbe amplitude / fréquence est très linéaire pour le plus grand bénéfice de la neutralité. La signature sonore propre au matériau devient suffisamment discrète pour que l'on puisse commencer à parler d'absence de coloration...



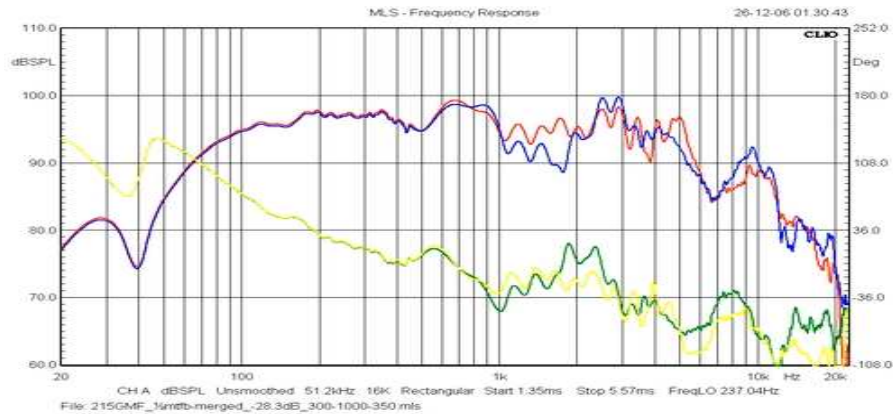
On peut aussi choisir une autre voie, utiliser un matériau ultra-rigide pratiquement sans amortissement interne, en s'arrangeant pour que l'énorme résonance, inévitable, se situe bien au-delà de la fréquence de coupure utile et puisse accessoirement être éliminée au moyen d'un circuit compensateur. C'est le cas des cônes magnésium par exemple :



Malheureusement, sur un large bande traditionnel, toutes ces stratégies ne peuvent s'appliquer. Au beau milieu du spectre audio, la membrane va continuer à se gondoler...et moi aussi en entendant les doctes audiophiles parler de cônes papiers "légers et rigides" en omettant, comme par hasard, les épouvantables accidents d'amplitude ainsi créés. C'est en réalité ce comportement vibratoire complexe qui offre aux "artisans" la possibilité de fabriquer un hp en appliquant leur petite "recette" afin de jongler avec les innombrables résonances et anti-résonances du matériau. Pensez à l'éventuelle adjonction d'un bicône par exemple. Le fait que le cône se déforme inévitablement a même donné l'idée à Josef W. Manger de créer un hp large-bande à membrane souple!

Enfin, le hp se gondole et moi aussi en entendant, comme principal argument de défense des large-bandes, leur respect de la phase au contraire des systèmes multivoies. C'est oublier qu'un haut-parleur est un dispositif dit "à phase minimum". Simplement, cela veut dire que phase et

amplitude sont directement liées et que chaque accident, ainsi que les atténuations naturelles aux extrémités du spectre, introduisent des variations de la phase.



Le diagramme ci-dessus a été relevé sur un 21 cm français très célèbre, dans sa version sans bicône. En rouge et bleu la courbe amplitude fréquence avant et après une modification du cache-noyau et en jaune et vert les courbes de phase correspondantes.

Peut-on sérieusement qualifier ces résultats de respect de la phase? Rappelez-vous notre hypothèse de départ...croyez-vous sincèrement que cette membrane va suivre fidèlement les mouvements de la bobine mobile?

### 3 / Toutes ces imperfections nous brouillent-elles l'écoute?

Récapitulons: pour prolonger la bande passante du hp on réduit d'un côté l'inductance de la bobine, et de l'autre on utilise les fractionnements de la membrane. J'ai tenté de montrer pourquoi il s'agit de compromis à la baisse sur le plan qualitatif. Maintenant mon entreprise de démontage du mythe large-bande aborde la question la plus délicate: ces compromis ont-ils un impact sur l'écoute? Bien sûr réponds-je, comme on dit chez Spontex.

C'est assurément une question piégée, mais je vais cependant essayer de m'abstraire des croyances des uns et des autres et tenter de ramener un peu de raison dans ce débat qui ressemble souvent à la traversée du Golf de Gascogne par force 8.

Je pèse mes mots: l'écoute de certains large-bandes est assez agréable.

Seulement attention, j'ai bien dit agréable, mais hautement fidèle, compte tenu de ce qui a été expliqué dans les paragraphes précédents, on voit bien que ce n'est pas possible! Sans même évoquer les limitations naturelles en terme d'étendue du spectre reproduit, toutes les résonances de la membrane se traduisent par des timbres faussés, en particulier dans l'aigu, et de nombreuses colorations. Il suffit d'ailleurs de comparer une enceinte de ce type à un excellent système multivoies moderne, neutre et bien conçu (B&W, Focal, ...) sur un message sonore complexe et réaliste pour qu'instantanément toutes les tricheries du large-bande sautent aux oreilles. Pour paraphraser Sacha Guitry "comment pouvez-vous croire une femme qui passe une heure à se maquiller quand elle vous dit qu'elle est sincère?"

Je suis désolé mais il va nous falloir faire un petit détour pour démonter le processus qui conduit à fourrer tant de doigts dans autant d'yeux, jusqu'à autant d'omoplates! C'est toujours la même histoire: un jour, un z'audiophile a expliqué qu'un système de reproduction doit avant tout être agréable à écouter. Cela semble logique, non? Sauf que ça ne l'est pas du tout! Comme disait l'excellent Wilhelm Oswald "On dit que vont de soi les choses sur lesquelles on n'a pas réfléchi."

Raisonnement, notre seul moyen de juger de l'agréable c'est de faire confiance à notre pure subjectivité, c'est à dire à un jugement personnel. Or, c'est en contradiction fondamentale avec la stricte définition de "haute fidélité" qui considère seulement la source sonore comme référence et exclut de fait la dimension individuelle, celle de l'auditeur. A bon droit, on parle de reproduction sonore. Or, reproduire signifie copier à l'identique et non pas interpréter. C'est ce principe même qui restreint la haute fidélité au strict champ de l'experimentalement observable, c'est à dire du mesurable. C'est ce qu'on explique en cours de philo, ce qui caractérise une expérience scientifique c'est sa reproductibilité, ce qui est impossible dans le domaine de l'appréciation subjective. Dans ce document je ne souhaite rien faire d'autre que de montrer les limites objectives du large-bande...

A l'opposé, si à l'instar de beaucoup nous faisons confiance à nos "impressions auditives", comme nous interprétons positivement ce qui flatte l'oreille ou ce qui arrange gentiment la réalité sonore d'une façon qui nous séduit, cela nous conduit in fine à une forme de croyance qui nous fait entendre une nette amélioration lorsque les câbles sont enduits d'eau bénite et même à voir Bernadette Soubirou apparaître pour vanter les triodes à chauffage direct. Vous trouvez que j'exagère? Nous avons eu la preuve du contraire lors d'une comparaison en aveugle d'amplificateurs : l'opérateur a piégé tout le monde en nous faisant entendre deux fois de suite le même ampli sans nous le dire. Nous avons tous crû entendre une différence puisque nous avons crû qu'il s'agissait de deux appareils différents. Vous voyez ce vaut notre audition... Elle nous trompe sans cesse et nous devrions toujours nous en méfier parce qu'elle est aux ordres de notre cerveau interprétatif, véhicule de tous les préjugés dont nous sommes capables.

Un exemple: j'ai remarqué qu'une écrasante majorité d'audiophiles écoutent quasi exclusivement des enregistrements multi-pistes de studio, j'aimerais assez que l'on m'explique: est-ce vraiment normal de reproduire de façon "agréable" des enregistrements effectués dans des acoustiques ultra-mates (the dead sound of modern recording studios...) avec des micros placés à quelques centimètres, au mépris de l'acoustique instrumentale la plus élémentaire, dont le signal va être brutalement compressé au niveau dynamique et va traverser une bonne vingtaine d'étages électroniques aux qualités diverses avant d'être couché sur le support d'archivage...Honnêtement, compte tenu de tous ces tripatouillages, il me semble que c'est plutôt quand ça sonne "dur" que c'est fidèle!

Inévitablement tous les plus subtils détails qui font le réalisme ont été laminés dès le départ par cette sombre cuisine et c'est un vrai régal de voir tant de personnes utiliser de tels enregistrements pour évaluer le matériel audio, puis l'air inspiré, gloser à loisir sur la "définition et le rendu des timbres".

En résumé, je n'ai rien contre les hp à large-bande ou les amplis à tube tant qu'on ne dit pas qu'ils respectent mieux la musique, ce qui est scientifiquement faux. En réalité, ils transforment et desservent le contenu de la source sonore en l'arrangeant invariablement à leur sauce.

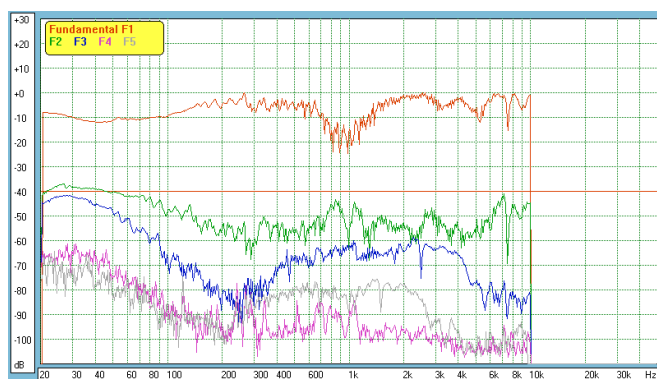
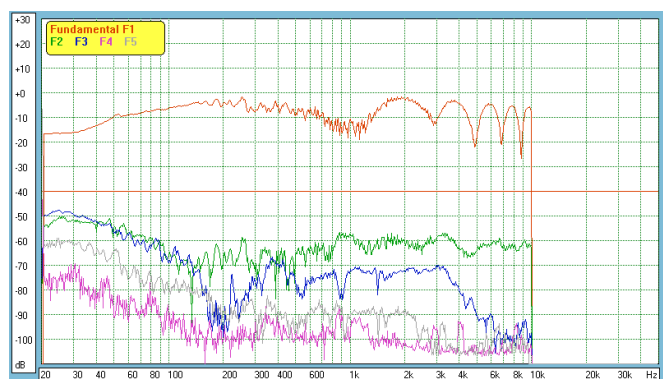
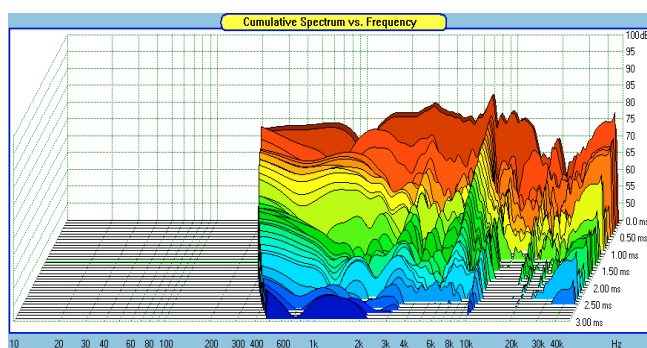
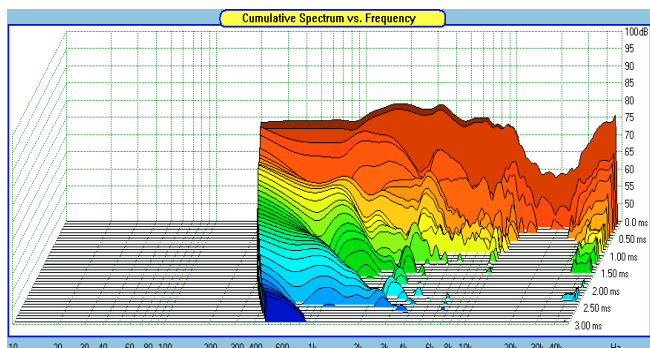
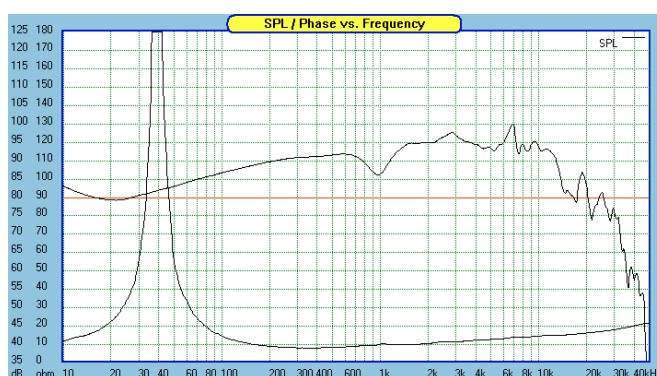
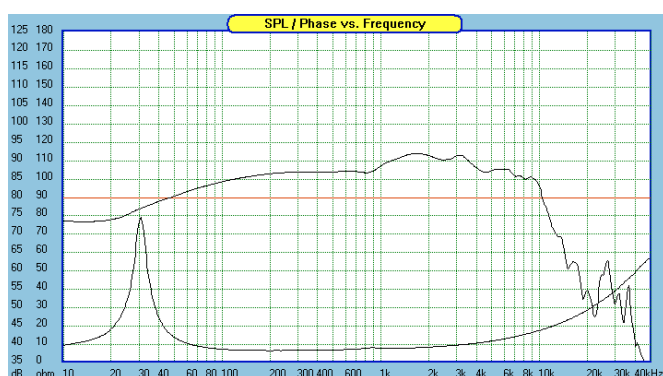
De la même façon, les audiophiles adorent les membranes en papier parce qu'ils trouvent agréable à écouter la coloration typique qu'elles apportent au signal.

On me rétorquera que tous les systèmes trahissent la source. Certes, mais entre une enceinte acoustique dont la courbe amplitude/fréquence tient en 2 dB sur presque tout le spectre et une autre qui tient en 10 ou 12 dB avec d'épouvantables résonances et anti-résonances, pensez-vous sérieusement que le degré de trahison soit comparable? Et on pourrait en dire autant de tous les autres paramètres...

Dans un tout autre ordre d'idée, je regardais l'autre fois un vieux classique hollywoodien de Stanley Donen se déroulant à Paris. Inutile de décrire l'accumulation de clichés sur les Français "délicieusement rétrogrades et conservateurs".

Malheureusement, quand je regarde nos producteurs de haut-parleurs, mis à part quelques-uns dont Focal, Cabasse et Atohm, il me semble que ce stéréotype est devenu bien réel. Les étrangers évoquent souvent nos fabricants artisanaux spécialistes du large-bande comme les gardiens obstinés de technologies obsolètes. Sans patriotisme outrancier, ça me navre un chouïa que dans le domaine du transducteur DIY, le train de la modernité puisse circuler sans nous. Si vous trouvez mes critiques exagérées, puisque nous traitons du large-bande, regardez donc ce que des firmes comme Aura ou Creative Sound Solutions produisent dans ce domaine, et la façon dont elles ont utilisé des techniques résolument nouvelles pour tenter de résoudre les problèmes posés. Je pense qu'une partie de la responsabilité de ce regrettable passéisme repose sur la mauvaise influence exercée par certaines revues audio...

Comme je vais finir par avoir les nerfs, et que mon répertoire de grossièretés diverses n'y suffira pas, je vais vous laisser méditer seuls sur les documents suivants: à gauche un 17 cm grave médium de haut niveau, à droite un 17 cm large-bande très célèbre qui coûte presque deux fois le prix du premier. Bon, d'accord, je vais brancher un Lowther sur des 300B et je me tais...



Franck M.