

LES TECHNIQUES

Les constructeurs d'enceintes acoustiques ont de plus en plus tendance à utiliser des signaux électriques brefs ou des trains d'impulsions pour analyser le comportement des haut-parleurs placés dans leurs enceintes acoustiques. Il est évident aujourd'hui que la seule analyse à partir de signaux sinusoïdaux est totalement impuissante à décrire le comportement des haut-parleurs et qu'elle ne peut fournir que des renseignements précieux certes, mais incomplets.

Weber Rehde, fondateur de la société Rehdeko l'a compris depuis bien longtemps, puisqu'il a mis au point une méthode d'analyse tout à fait originale à partir d'un échantillon musical comme signal d'excitation de l'enceinte à essayer.

Cet ingénieur doublé d'un musicien pratique aussi depuis longtemps le traitement des membranes.

Aussi avons nous pensé qu'il pouvait être intéressant de lui laisser la parole et il va vous expliquer ici ses différents points de vue sur ces questions ainsi que les acquis récents qui lui ont permis de sortir une nouvelle gamme d'enceintes.

de la membrane d'un haut-parleur, la théorie veut qu'elle soit très souple, donc apte à se déplacer beaucoup, pour avoir, soit disant, le maximum de graves.

Si nous passons des fréquences graves dans un tel haut-parleur, la membrane va donc avoir de grands battements et engendrer alors un déplacement d'air important, une pression d'air, du vent, qui va concourir à fausser inévitablement les mesures.

Par exemple, lors du tracé d'une courbe de réponse, le micro placé en face de l'enceinte va être autant influencé par la pression d'air (le vent) causée par les grands battements de la membrane, que par la pression acoustique (la pression sonore réelle en dB) propre à ce haut-parleur.

Le tracé de la courbe sera donc également faussé puisqu'il concrétise sur papier ce que le micro reçoit. Et notamment dans la gamme des fréquences inférieures à 500 Hz, où le niveau apparent sera beaucoup plus élevé, non à cause de la pression acoustique du haut-parleur, mais à cause du vent déplacé par sa membrane. Cette pression d'air peut influencer le micro, même s'il est placé à plusieurs mètres de l'enceinte (d'autant plus s'il est placé à 1 mètre selon les normes).

Pour mieux comprendre ce phénomène, prenons un exemple très simple : un bon micro connecté sur un magnéto.

En soufflant doucement devant la capsule du micro, sans faire aucun bruit, l'influence du vent va faire « cogner » les VU-mètres du magnéto très fortement. Acoustiquement, il n'y a pratiquement rien mais, par contre, la pression d'air influence. C'est exactement le même phénomène qui se produit avec un haut-parleur dont la membrane bouge beaucoup.

Lors de la mesure, la membrane « fait » du vent, cette poussée d'air influence le micro, et le niveau affiché (sur les VU-mètres ou sur le tracé) va augmenter beaucoup, à cause du vent. Ce sont alors des graves « fantômes » que nous voyons, non pas des « dB acoustiques », mais des « dB de vent ». Ce n'est pas la pression acoustique propre que nous entendons, ou mesurons,

Il est temps d'expliquer à nos lecteurs, de façon plus approfondie, quelques unes de ces mesures qui ont permis la réalisation de la nouvelle génération d'enceintes Rehdeko.

Les tracés comparatifs en harmoniques

De quoi s'agit-il ?

Tout d'abord d'analyser, par exemple, le timbre d'un instrument de musique utilisé en direct. Le son émis, sur une note continue, est « disséqué » pour laisser apparaître sa fondamentale et ses harmoniques le constituant (sur écran ou sur papier). Nous voyons donc ce que nous donne l'instrument.

Ensuite, nous repassons ce même timbre au travers d'une enceinte, et nous analysons ce que nous donne la reconstitution, sans omettre quoi que ce soit. Il y a ainsi une comparaison visuelle, et

sans tricherie, entre le direct et la reproduction.

C'est une mesure analytique déterminante et sans pitié, qui met en évidence le comportement (bon ou non) des membranes de haut-parleurs, l'influence des filtres de coupure, etc. C'est la seule mesure réellement valable pour juger de la fidélité de reproduction d'une enceinte car, ou bien les harmoniques sont là à leur bonne hauteur, ou elles sont totalement modifiées par rapport au direct, ce qui entraîne alors une reproduction infidèle.

Grâce à cette nouvelle méthode de mesure, nous avons pu mettre en évidence des défauts incroyables concernant les membranes et leur équipement mobile, ce que nulle autre mesure ne pouvait déceler. Il nous a fallu revoir entièrement ce que les théories classiques nous avaient appris.

Ainsi, en ce qui concerne la suspension

REHDEKO

mais le bruit du battement mou de la membrane, de son brassement d'air, de son ébranlement mécanique (le tout mélangé aux fréquences pures ou à la musique qui est diffusée).

La réalité de ce phénomène est incontestable et remet totalement en question le principe des membranes à grands débattements, et même le principe des mesures qui sont absolument faussées à cause de ces grands battements.

Ce défaut n'a pu être mis en évidence que par nos tracés comparatifs en harmonique.

Il nous a fallu plusieurs années de recherches profondes, inédites, et allant jusqu'à annihiler les théories et méthodes de mesures classiques que nous connaissions (dépassées pour nous aujourd'hui) pour arriver à palier à ces défauts des haut-parleurs.

Le traitement des membranes

L'aboutissement de ces premières recherches fut, entre autre, la mise au point du traitement désormais connu des membranes Rehdeko.

Il ne s'agit pas du barbouillage d'un produit quelconque, appliqué n'importe comment, n'importe où, et servant à « durcir » la membrane (ou strictement à rien du tout !). Il s'agit, au

contraire, d'une véritable transformation de la membrane, après étude de la matière, de la structure, des réactions de celle-ci. Ce traitement est différent selon les types de haut-parleurs et la gamme de fréquences à reproduire. Il est composé à partir d'essences et de vernis naturels (les produits synthétiques étant absolument inopérants, voir même désastreux dans certains cas). Il s'applique en des zones déterminées, précises, calculées selon les nouvelles lois découvertes en nos laboratoires. Nous tenons à préciser, d'autre part, qu'il est le seul à avoir pu être breveté dans des pays tels les U.S.A., la Grand-Bretagne, etc., qui sont pourtant des fiefs de la Haute-Fidélité.

Ce traitement nous a permis d'obtenir des résultats tout à fait extraordinaires. Entre autres à obtenir un déplacement nul de membranes, sans systèmes de filtrage, mais par auto-contrôle du haut-parleur et, de ce fait, d'obtenir la pression acoustique réelle du haut-parleur (sans influence du vent) et, encore plus incroyable, l'exacte reconstitution des fondamentales et des harmoniques, comparativement à l'analyse en direct.

Nous présentons ici l'exemple d'une note « disséquée » dans les fréquences graves, la fondamentale démarquant à 50 Hz. D'abord le tracé fait en direct, puis

le tracé de la reproduction sur l'une de nos enceintes. Nous retrouvons, au plus près possible, l'intégralité des harmoniques de l'instrument.

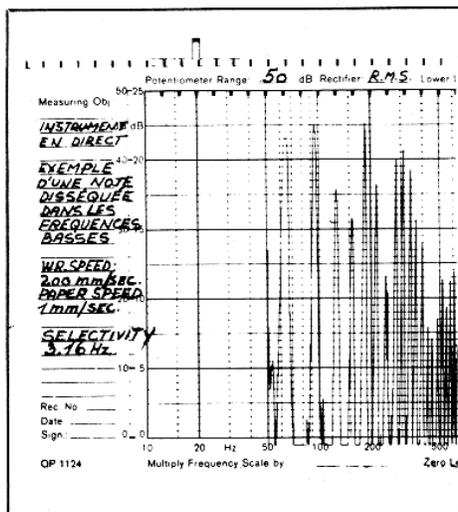
Cette mesure a été réalisée avec un filtre sélectif d'une largeur de bande constante de 3,16 Hz, c'est-à-dire dans une marge très étroite de plus ou moins 1,58 Hz. Toutes les fréquences, en deçà et au-delà, sont entièrement éliminées. L'intransigeance de l'analyse n'en est que plus grande, et la fidélité de reproduction n'en est que plus évidente.

Nos résultats ne se limitent évidemment pas à ce seul exemple, mais s'étendent à tous les tracés que nous pouvons faire, même si la fondamentale est à une fréquence encore plus basse que 50 Hz.

Ceci démontre que la théorie des membranes qui doivent bouger beaucoup, pour avoir des graves, est absolument fautive.

Et nous prouvons, qu'avec un déplacement minimum de la membrane, nos haut-parleurs descendent aussi bas que possible, et retrouvent la hauteur exacte du spectre de l'instrument analysé en direct.

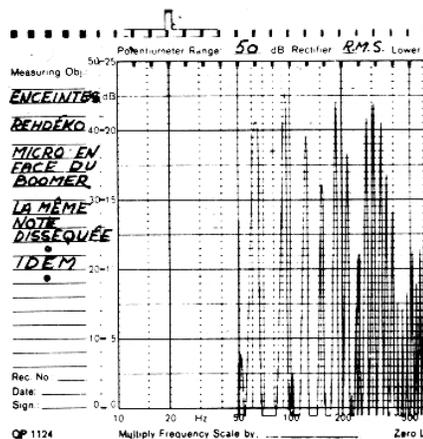
En définitive ces résultats n'ont fait que nous rapprocher des phénomènes sonores naturels, car un instrument de musique, une voix, etc., ne font pas de vent, ils nous donnent une pression



Rehdeko est à l'origine de nombreuses mesures révolutionnaires, comme les tracés comparatifs en harmoniques.

Nous avons ici l'exemple d'un timbre tracé d'abord en direct, puis par les haut-parleurs Rehdeko.

Résultat : la première et seule véritable approche du son intégral, grâce à une reconstitution exacte des fondamentales et des harmoniques de tous les timbres originaux. Ce qui n'est jamais le cas avec les autres systèmes, et qu'une simple courbe de réponse, si belle soit-elle, ne pourra jamais révéler.



TRIBUNE

acoustique (non pas une pression d'air), et c'est ce que nous avons pu obtenir avec nos haut-parleurs (y compris les boomers).

Que se passe-t-il maintenant si nous pratiquons une telle mesure avec des haut-parleurs dont la suspension de la membrane est souple ? Eh bien, tous les haut-parleurs que nous avons essayés, sans exception, présentaient des augmentations d'au moins 10 dB par rapport à la hauteur réelle des fondamentales et de harmoniques tracées en direct, surtout dans les fréquences graves.

Nous avons alors, non seulement du vent, mais une déformation inévitable des timbres à la reproduction, et il est évident que cela se ressent et fausse complètement la notion de réalisme musical.

Au sujet des courbes de réponse

Le phénomène que nous avons pu mettre en évidence au moyen de nos tracés comparatifs harmoniques, n'aurait jamais pu être décelé avec le simple tracé d'une courbe de réponse, qui ne signifie rien du tout (en dehors du travail pour la réaliser !)

N'importe qu'elle enceinte dite « Haut-Fidélité » est capable de retransmettre chaque fréquence de 20 Hz à 2 000 Hz, par exemple, séparément, et successivement, l'une derrière l'autre. Ces fréquences sont pures ; il y a donc une absence totale d'harmoniques, et la plus belle courbe de réponse qui soit ne prouve rien sur la qualité musicale de l'enceinte, qui pourra être exécration.

Et même, quitte à en choquer plusieurs, nous allons beaucoup plus loin en affirmant que plus la courbe d'une enceinte est linéaire, moins bonne sera sa reproduction en harmoniques !

En avançant dans nos recherches, progressivement, en modifiant les haut-parleurs et leur membrane, nous sommes arrivés à obtenir une reproduction des fondamentales et des harmoniques similaire à celle du direct, reproduction correcte non pas seulement dans une partie de la gamme de fréquences, mais dans toute la gamme des fréquences, des plus basses aux plus élevées, et ceci quel que soit le timbre analysé (instruments de musique, voix, bruits mécaniques, etc.).

Après être arrivés à ces résultats, et avoir trouvé les moyens techniques concernant la fabrication, nous avons

tracé la courbe de réponse, selon la méthode classique, et nous avons constaté un phénomène tout à fait incroyable.

En partant, par exemple, d'une pression acoustique de 100 dB, à 500 Hz, avec 1 watt (2,83V), à 1 mètre, le niveau de cette tension acoustique va monter progressivement jusqu'à environ 106 dB, vers la gamme des 6 000 Hz, puis redescendre en pente douce jusqu'à environ 88 dB, vers la gamme des 20 000 Hz.

C'est avec une telle courbe de réponse que nous obtenons des tracés d'harmoniques corrects. En modifiant cette courbe, c'est-à-dire en la rendant plus linéaire, nous déformons alors énormément les spectres en harmoniques.

Ce qui veut dire que plus la courbe de réponse est linéaire, moins la reproduction des fondamentales et des harmoniques sera correcte !

Cette constatation nous a stupéfié et bousculé, oh combien, les théories ancrées depuis des décennies.

Un choix se pose alors, où bien nous voulons obtenir une courbe de réponse la plus linéaire possible, et la reconstitution des fondamentales et des harmoniques est mauvaise ou alors nous avons une reproduction correcte des fondamentales et des harmoniques, avec une courbe de réponse, non pas mauvaise, mais différente (et qui ressemble d'ailleurs étrangement à la courbe Fletcher concernant nos oreilles). Comment expliquer ce phénomène ?

Nous savons que c'est dans la partie médium que se situe la majorité des timbres. C'est donc la partie du spectre la plus difficile à reproduire, et c'est là où la pression acoustique doit être la plus importante, de façon à reconstituer correctement les milliers et les milliers d'harmoniques que la membrane doit reproduire en même temps (comme, par exemple, avec une orchestration symphonique complexe). Il y a une richesse infinie d'harmoniques dans la partie médium, et il est capital d'obtenir une telle pression acoustique, visuellement plus importante sur la courbe de réponse, mais nécessaire pour obtenir alors toutes les

harmoniques, à leur bonne hauteur, comparativement au direct, lors d'un tracé en harmoniques.

Quant à la pression acoustique des fréquences élevées, pourquoi doit-elle diminuer progressivement ?

Nous savons que plus nous montons en fréquences, donc plus nous nous approchons de 20 000 Hz, moins nous avons d'harmoniques, et plus la forme de celles-ci devient sinusoïdale. Ce qui entraîne deux choses : premièrement, la directivité augmente (nous avons pallié totalement à ce défaut avec les tweeters de notre nouvelle génération d'enceintes) ; deuxièmement, si la courbe de réponse sinusoïdale est linéaire jusqu'à 20 000 Hz, la hauteur des harmoniques aiguës va être énormément augmentée, la pression acoustique sera beaucoup trop importante par rapport à la réalité, et les aigus, au niveau de la reproduction, seront alors très agressifs, puisque trop accentués, autrement dit pas naturels du tout.

Il est donc nécessaire d'avoir ce dégradé en pente douce des fréquences aiguës, pour obtenir un dégradé correct des harmoniques aiguës.

Quiconque possède un laboratoire digne de ce nom, peut constater ce phénomène, avec beaucoup de travail, de recherches, de temps, et un grand nombre de différents instruments de musique !

Néanmoins, nous présentons ici le tracé de la courbe de réponse d'un de nos modèles, tracé des plus étonnant puisque réalisé avec un bruit blanc (c'est-à-dire un bruit composé de toutes les fréquences en même temps, de 20 Hz à 10 000 Hz, toutes ayant le même niveau sonore), avec un filtre sélectif d'une largeur de bande constante de 31,6 Hz. Cette mesure, très sévère, permet de voir les réelles réactions des haut-parleurs. Elle dépasse de loin la pauvreté d'information des courbes de réponse classiques. Et là, nous pouvons remarquer la parfaite homogénéité de tout le spectre, et ce, non à partir de 30 Hz, ou 40 Hz, ni même de 20 Hz, mais à partir de 2 Hz. Ces résultats, tout à fait surprenants, sont impossibles à obtenir avec des haut-parleurs conventionnels, ou d'au-

TRIBUNE

tres systèmes de reproduction. Nous considérons, d'autre part, que la notion de bande passante, plus ou moins x dB, ne signifie pas grand chose, sinon au niveau de l'information du lecteur. Nous préférons dire que nos enceintes descendent aussi bas qu'il y a une fréquence fondamentale le permettant, et montent aussi haut qu'il y a des harmoniques le permettant. Ainsi, notre nouveau modèle RK 50-2S, que nous donnons de 35 Hz à 40 000 Hz descend, en réalité, beaucoup plus bas, aussi bas qu'il y aura une fondamentale le permettant, dans le message musical. Preuve en est, l'exemple de notre tracé en bruit blanc qui commence à partir de 2 Hz.

Concernant les aigus

Dans notre nouvelle génération d'enceintes, nous présentons un tweeter dont les performances sont encore améliorées par rapport au précédent. Cela nous semblait incroyable, et pourtant, après des recherches approfondies, notamment sur les phénomènes de reproduction, de diffusion, de propagation des aigus, nous avons encore pu faire mieux. C'est ainsi que, tout en conservant l'exacte reconstitution des fondamentales et des harmoniques de tous les timbres, la dynamique ahurissante et célèbre à nos systèmes, des taux de distorsion extrêmement bas, un rende-

ment extraordinaire (seulement 1,3V sous 8 ohms, pour obtenir 94 dB à 500 Hz), etc., nous avons pu obtenir une clarté, une définition, un sens du détail, qui rendent plus lumineuse encore l'information musicale.

Nous avons pu obtenir une diffusion des fréquences élevées (toujours très directives avec les autres tweeters) qui devient un véritable exploit, sans disparition des aigus dans l'espace, quel que soit l'endroit où se trouve l'auditeur, et même dans une pièce !

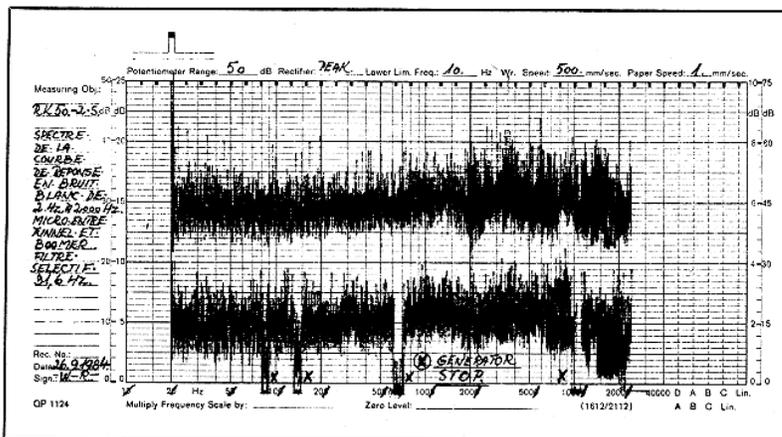
Le même équilibre grave-médium-aigu est respecté, près, loin, et très loin de l'enceinte. Ce qui n'est jamais le cas normalement.

Nous avons pu obtenir une définition extrême au niveau de l'aigu, avec des tweeters à grande membrane, ce qui contredit à nouveau toutes les théories enseignées jusqu'alors. Ecoutez, par exemple, un solo avec tous les types de cymbales (qui vont sonner différemment et non toutes pareilles), et vous comprendrez.

Mesures en signaux carrés

Habitué à pousser nos recherches à l'extrême, nous sommes arrivés à une autre réussite des plus impensables : obtenir une réponse en signal carré, extraordinaire pour des enceintes, grâce aux procédés Rehdeko.

C'est sur une multitude de fréquences que nous obtenons ces résultats, et non



sur une fréquence unique et choisie ; c'est aussi en de multiples endroits devant l'enceinte, et non pas en un endroit unique, bien précis, sans rien donner ailleurs. Nous présentons ici quelques exemples parmi quantité d'autres. Les deux signaux délivrés ont été pris à la même sortie haut-parleur de l'ampli, branché en parallèle. Le premier signal nous montre la réponse de l'ampli et sa charge parfaite avec les enceintes Rehdeko. Le deuxième signal nous montre la réponse, extraordinaire, de l'enceinte.

Il est utile de préciser qu'avec une autre enceinte, lors d'une telle mesure, le signal carré obtenu n'est qu'un gribouillage.

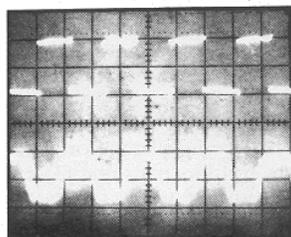
Qu'est-ce que cela représente concrètement quant à la reproduction musicale ?

Une distorsion de phase des plus faibles, une bande passante très étendue (des plus basses fréquences à plusieurs dizaines de milliers de Hz), une reconstitution correcte de tous les harmoniques (prouvant encore la réussite de nos mesures expliquées dans les autres paragraphes), une dynamique et une réponse transitoire réellement exceptionnelles, une dispersion des fréquences aiguës quasi illimitée. D'autre part, la forme de ces signaux carrés ne change pratiquement pas, même à très forte puissance. Ceci dénote une tenue en puissance parfaite, même instantanément, et un taux de distorsion des plus faibles.

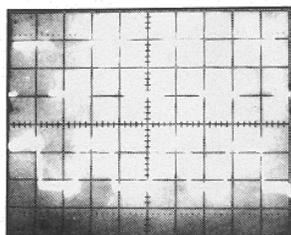
L'ébénisterie

Il est aussi intéressant de noter que nous sommes les seuls à employer, pour toutes nos ébénisteries (y compris les supports où sont fixés nos haut-parleurs), une matière noble comme du hêtre massif (densité 650), transformé en contre-plaqué multipli à très haute densité (densité passant alors à 850 !).

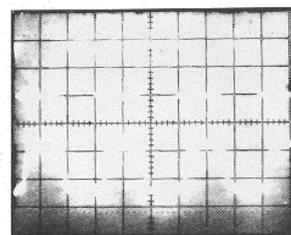
Nous préférons une enceinte qui en « impose » par sa qualité de reproduction et sa présentation sobre, luxueuse, passant au travers des modes, plutôt qu'une enceinte affichant un design ultra-moderne servant à cacher une reproduction déficiente.



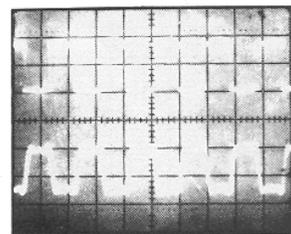
100 Hz.



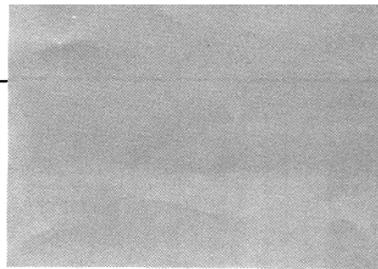
400 Hz.



710 Hz.



1115 Hz.

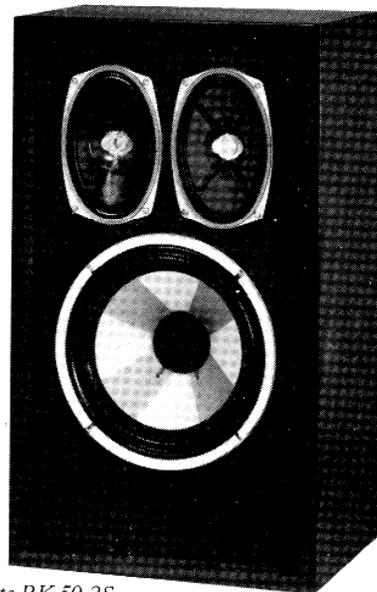


TRIBUNE

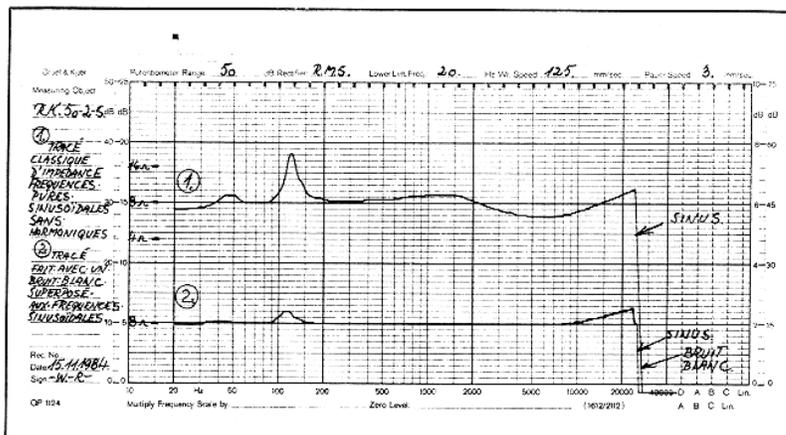
Nous signalons que toutes nos mesures sont faites dans notre propre laboratoire, l'un des mieux équipés de France, et que, les conditions obtenues en chambre sourde étant incompatibles avec celles d'un appartement, nous avons tenu à faire bon nombre de nos expériences dans un local. Ceci pour montrer que de telles performances ont pu être réalisées dans une pièce tout à fait classique et que les résultats, musicalement parlant, seront tout aussi

bons ailleurs.

Nous tenons également à dire, pour satisfaire la curiosité de plusieurs, que les haut-parleurs que nous utilisons ne se trouvent pas dans le commerce. Les matières premières nécessaires sont fabriquées exclusivement pour nous, sur un cahier de charges très strict, et toute la suite de la fabrication se fait en nos ateliers, par nos soins. Qu'on se le dise !...



L'enceinte RK 50-2S



Courrier

Les techniques Rehdeko

*M. FRADIN Antoine
professeur de
mathématiques
14930 VIEUX MALTOT*

*Objet :
Article pages 20 à 26 de Hifi
Stéréo janvier 1985*

*Ancien collaborateur de
Harmonie-Hifi Conseils et,
pour un article, du Haut-
parleur, et ayant un « certain
bagage scientifique », je me
permets de répondre à l'article
« les techniques Rehdeko »
du numéro de janvier 85.
Que monsieur Weber Rehde
soit musicien et ingénieur, qu'il
ait mis au point des techniques
d'imprégnation intéressantes,
soit, mais qu'il contredise les
lois de la physique patiem-
ment énoncées par des gens
aussi célèbres que Messieurs*

(Suite page 12)

Courrier

(Suite de la page 5)

Fourier, Helmholtz,... Voilà qui m'étonne et me chagrine. Les énoncés clairsemés dans cet article sont, pour certains, des contre-vérités scientifiques. Par exemple :

1) Le spectre présenté page 21 n'a pas une fondamentale de 50 Hz, mais de 32 Hz environ (présence de 64, 96, etc...). Si cette note continue, et réelle, elle n'a pu être produite que par un orgue de dimensions importantes (lequel ?)

2) Produire de l'énergie acoustique, à une fréquence pure grave, demande si l'on emploie un haut-parleur électrodynamique (ou électrostatique), un déplacement important : pour produire 107 dB SPL à 1 mètre à 30 Hz, un haut-parleur dont on rejette le rayonnement arrière (enceinte close ou baffle infini) doit avoir un « volume déplacé de membrane » de l'ordre de 600 cm³ soit, pour un Ø de 24 cm de membrane (HP de Ø 30 à 33 cm) un déplacement crête à crête de 13 mm. Avec un bass-reflex, il faut encore 360 cm³...

Pour ce qui est de la musique vivante, sachez qu'une grosse caisse, dans un fff, voit sa membrane, d'un diamètre de l'ordre du mètre, battre, sous l'impact du maillet, avec une amplitude d'un centimètre (volume déplacé de l'ordre de 3 000 cm³).

3) Il est exact que sur des chaînes ayant comme source une platine TD microsillons et des enceintes bass-reflex (ou closes de grandes dimensions), on voit « battre » les membranes : le « rumble » du disque, la résonance grave bras-cellule en sont la cause, générant des fréquences de l'ordre de 10 Hz, avec leurs harmoniques, à des puissances

génantes car elles font travailler les haut-parleurs bien en dehors de leur zone de linéarité : plutôt que de chercher des bandes passantes partant du continu, ce qui est inutile, voire nuisible surtout en lecture de microsillons, les constructeurs d'amplificateurs devraient introduire un filtre passe haut, de fréquence de coupure 24 à 30 Hz et de 18 ou 24 dB/24 dB_ove, ce qui ne diminue en aucun cas « les graves ».

4) Une erreur méthodologique maintenant : si les mesures en sinusoïdal sont très insuffisantes, les mesures spectrales en continu le sont tout autant : il vaudrait bien mieux des oscillogrammes instantanés.

5) Il est impossible que M.W. Rehde obtienne entre 100 et 106 dB SPL à 1 mètre avec 1 W électrique avec des HP à cône ; tous les spécialistes d'électroacoustique le certifieront.

6) Contre-vérité flagrante : depuis Fourier on sait, mathématiquement, que la reproduction correcte de toute fonction « transitoire » entraîne une linéarité complète sur les fonctions sinusoïdales. Les assertions de l'auteur de l'article ne portent que sur des « subjectivités ». Les miennes sont étayées par toutes les mathématiques, et notamment :

— Le théorème de Weierstrass densité des polynômes trigonométriques ;

— transformations de Fourier, Laplace, voire Plancherel ;

— théorie du calcul symbolique, fonction de Dirac, etc...

Ces théories sont formelles : si la courbe n'est pas linéaire en sinusoïdal, elle ne peut pas reproduire correctement une fonction quelconque.

7) La courbe d'impédance

(page 26) est une absurdité en « bruit blanc » : ou on considère que l'impédance est le rapport Ueff/Ieff et c'est un nombre, qui peut être fonction de la fréquence (d'où courbe en sinusoïdal), ou on considère la fonction du temps Z(t) = U(t)/I(t) et c'est en contradiction avec la notion de bruit blanc, notion de moyenne statistique temporelle, s'il en est.

8) J'ai moi-même assisté à une « présentation pour la presse » des enceintes Rehdeko. Leur rendement doit être assez élevé (je dirais 93 dB/1 W à 1 m) mais leur fréquence de coupure grave doit l'être aussi (je dirais 80 Hz environ) et elles souffrent de cette surcaractérisation du haut-médium—bas-aigu (que j'avais noté à l'époque, à l'écoute de violon) et qui correspond bien à + 6 dB vers 6 kHz, ce qui entraîne une écoute « brosse à reluire les oreilles » qui peut plaire...

Ces constatations sont uniquement des jugements subjectifs mais j'ai moi-même testé un nombre important de matériels divers. « Rendement » et fréquence de coupure grave (93 dB et 80 Hz) sont d'ailleurs conformes à la théorie... théorie qui confirme d'ailleurs qu'aucun traitement de membrane ne peut modifier la coupure grave, sauf pour ce qui est de l'augmentation de la masse mobile, mais dans des proportions modestes, peut-être 15% de baisse sur cette fréquence de coupure...

Arrêtons-là. Mais en guise de conclusion, je voudrais dire ceci : les bricoleurs qui pensent contredire les théories scientifiques reconnues depuis 50, 100 ans ou plus par l'élite des savants du monde ne font que continuer la galerie déjà longue des « chercheurs

de mouvement perpétuel ». En électroacoustique, la science fait tous les jours des progrès, mesurant des différences qui expliquent la différence subjective que l'oreille avvertie ressentait, puis faisant progresser la conceptualisation et la fabrication (ce n'est pas des bricoleurs qui ont mis au point le disque compact, ni le transistor, ni le tube triode...)

Si le tour de main, voire le génie de l'artisan sont irremplaçables, comme ils l'ont été pour les progrès de l'automobile, de l'aviation, etc..., ils seront toujours expliqués scientifiquement et ne contrediront jamais la théorie.

P.S. J'estime que vous devez publier ma lettre. Je suis bien sûr ouvert à toute discussion sérieuse. En cas de non publication et de non réponse de votre part, j'informerais probablement d'autres revues.

Monsieur,

Suite à l'article « les techniques REHDEKO » paru dans Hi-Fi Stéréo de janvier 1985, nous nous attendions bien évidemment à des réactions telles que la vôtre.

Avant de répondre aux différents points que vous avez soulevés, nous nous sommes amenés à faire quelques petites remarques concernant votre lettre :

— La première, c'est que nous ne devrions même pas y répondre. Car vous, qui êtes professeur de mathématiques, homme instruit, vous n'auriez pas dû la rédiger de cette façon, avec un tel esprit critique négatif, attaquant, démolissant, contredisant systématiquement. Vous qui dites être ouvert à toute discussion sérieuse, vous paraissez déjà être fermé avant même de commencer cette éventuelle discussion.

Courrier

N'aurait-il pas mieux valu, M. Fradin, envoyer une lettre beaucoup plus ouverte, gentille, et de bon sens ?

— La deuxième, c'est que vous êtes sûrement un bon mathématicien.

Par contre, en ce qui concerne la musique, les instruments de musique, la propagation des sons des différents instruments de musique, l'acoustique en direct, etc., nous avons beaucoup de doutes sur vos connaissances.

— La dernière, c'est un petit reproche. Nous aurions préféré recevoir un double de la lettre venant directement de vous, et non par l'intermédiaire d'Hi-Fi Stéréo, puisque c'est tout de même à nous d'y répondre.

Bref, nous répondrons dans l'ordre des points soulevés par vous.

1) En ce qui concerne le spectre présenté p. 21, cette note aurait pu être produite par un grand orgue, et pourtant ce n'en est pas un !

Car nous n'avions pas tellement envie de déplacer plusieurs de nos appareils Brüel et Kjaer pour faire cette mesure.

Qu'est-ce donc alors que ce mystérieux spectre ?...

Peut-être savez-vous qu'il y a quelques autres instruments de musique qui descendent aussi extrêmement bas. Si le LA est à 440 Hz, un grand piano à queue descend à environ 28 Hz, une harpe à 30 Hz, une contrebasse à 40 Hz, un contrebasson à 33 Hz, un tuba à 42 Hz, une contrebasse à vent à 33 Hz. De plus, en désaccordant exprès ces instruments (cordes détendues, tuyaux allongés), nous pouvons obtenir des fréquences encore plus basses que celles-là, ce qui est très intéressant pour faire des mesures spec-

trales dans l'extrême-grave, tout en restant chez soi ! Mais ce n'est pas encore l'un de ces instruments que nous avons utilisé pour ce genre de spectre (quoique nous possédions d'autres mesures faites avec ces derniers).

Qu'est-ce donc alors ?...

Peut-être savez-vous que les notes graves des instruments de musique, inférieures à 80 Hz par exemple, ne comportent que peu d'harmoniques (beaucoup moins en tout cas que dans les notes plus élevées en fréquence ; néanmoins, avec un violon, si nous jouons le LA 440 Hz, en cordes libre, il y a aussi très peu d'harmoniques, et ce n'est pas une note grave).

Notre but étant de montrer un tracé riche en harmoniques, permettant une meilleure compréhension visuelle de la part du public, nous avons préféré ne pas prendre l'un de ces instruments pour cet exemple précis, vu la trop faible quantité d'harmoniques délivrées par ces derniers.

Nous avons donc procédé ainsi : nous avons joué le SI réel sur un saxophone ténor (riche en harmoniques), note située à 123,6 Hz (et devant être bien jouée, car plus le timbre est joli, plus il y a d'harmoniques). Nous l'avons enregistrée à 38 cm/s, puis nous avons relu cette note à 9,5 cm/s.

Ce qui nous a permis de descendre très bas (2 octaves en dessous, abaissant ainsi la fondamentale à 30,9 Hz correspondant au SI₂), tout en conservant un grand nombre d'harmoniques.

Notre but n'était pas de montrer ce qu'un instrument de musique, quel qu'il soit, pouvait faire ; mais de montrer ce que nos enceintes pouvaient reproduire ; et c'est cela qui est étonnant, parce que nous re-

trouvons le même spectre, alors que les autres haut-parleurs déforment ce spectre. Et ces résultats, nous les obtenons dans les fréquences graves et extrêmes-graves, malgré un déplacement très faible des membranes (nous en parlerons plus loin). Étonnant, non ? De plus, si vous avez bonne mémoire, nous ne nommons aucun instrument de musique précis dans notre article, concernant ce spectre.

Nous avons quantité de tracés différents, relatifs à des instruments graves différents ; nous avons aussi quantité de ces mêmes tracés, relatifs à des reproductions de notes émises par d'autres enceintes hautement reconnues, et nous pourrions révéler bien des résultats catastrophiques obtenus. Mais cela ne serait pas de bonne guerre, et nous ne voulons pas utiliser de tels moyens.

Maintenant, un bon point pour vous, Professeur !

C'est vrai, la première montée du tracé en direct n'est pas la fondamentale, mais l'une des premières harmoniques. La fondamentale se trouve effectivement à 30,9 Hz (note réelle 123,6 Hz), mais son amplitude étant assez faible, nous avons commencé le traçage directement à partir de 50 Hz, non pour falsifier, mais pour simplifier la chose aux yeux du public, et attaquer avec une harmonique élevée pour présenter un exemple très visuel. Ensuite, afin de ne pas compliquer les choses pour les non-avertis (et pour éviter toutes les explications que nous vous donnons maintenant), nous avons dit que c'était la fondamentale qui démarrait à 50 Hz, tout simplement. Il n'y a aucune cachoterie, aucune tricherie, aucun mystère, sinon peut-être une explication un peu trop simpliste.

Néanmoins, il y a plusieurs cas où la fondamentale vient après les harmoniques. Avec une corde de contrebasse, par exemple. Lorsque l'archet commence à frotter la corde, nous avons la création d'harmoniques de faible intensité, avant la fondamentale. Cette dernière n'apparaît que lorsque la corde est bien emballée, avec les harmoniques suivantes. Mais le croyez-vous ?

Notre but n'est pas d'assommer les gens à coups de termes techniques incompréhensibles à la plupart, mais d'essayer d'expliquer clairement, honnêtement, preuves à l'appui, ce que donne une certaine note, et ce qu'en retransmettent nos enceintes.

L'exemple que nous avons donné vous le montre clairement (et c'est beaucoup plus compréhensible...).

2) Il est évident que pour reproduire 107 dB SPL à 1 mètre, à 30 Hz, n'importe quelle membrane de haut-parleur va se déplacer (même les nôtres !!!). Et il serait parfaitement stupide de dire qu'une membrane ne bouge pas.

Nous tenons maintenant à corriger une petite erreur de composition, dans notre article, p. 21, 2^e colonne. Il est écrit que nous avons pu obtenir un déplacement nul des membranes. Il fallait lire : « un déplacement quasiment nul des membranes » (c'est-à-dire au minimum).

Et s'il est inévitable que les membranes doivent se déplacer, nous affirmons qu'elles doivent le faire le moins possible, et avec le plus de brièveté possible.

Car il est indéniable qu'une suspension très molle de la membrane va entraîner des graves « flous », une réponse

(Suite page 18)

Courrier

(Suite de la p. 13)

transitoire médiocre, des distorsions plus importantes, et beaucoup de vent. Et que cela, comme nous le disons dans notre article, va concourir à fausser les mesures et, bien entendu, l'écoute (veuillez relire nos explications dans cet article).

Ne savez-vous pas qu'un son naturel qui se propage dans l'espace, ne déplace pratiquement pas les molécules de l'air ? Il n'y a qu'un léger mouvement vibratoire de ces dernières, que nous pourrions comparer à l'exemple suivant : plusieurs personnes assises les unes près des autres et se communiquant un mot. Ce mot va être transmis de bouche à oreille et arriver en bout de file sans que personne ait bougé, ou presque. De même, lorsqu'un son est émis, il se propage de molécule à molécule sans déplacement, ou presque, de celles-ci.

Pour les sons ordinaires, l'amplitude de la vibration n'est qu'une faible fraction de la pression de l'air. Ainsi, un son à peine audible sera produit par une variation de $1^9/10$ de la pression normale, et un son suffisamment fort pour provoquer une sensation de douleur auditive dans l'oreille ne demandera qu'une variation de l'ordre de $1^4/10$ autour de la pression moyenne.

Ne savez-vous pas qu'un instrument de musique, par exemple, ne fait quasiment pas de vent ? Il nous donne plutôt ce que nous pourrions appeler une pression acoustique (justement ce phénomène de molécule à molécule), et non un fort déplacement d'air, comme le font certains haut-parleurs dont on argumente qu'ils peuvent éteindre une bougie tellement ils font de vent (tel un ventilateur !). Quelle catastrophe !!

Avez-vous déjà mis votre main devant le pavillon d'une trompette, d'un saxophone, d'un tuba, d'une clarinette, etc. ? Avez-vous senti le vent ? Et devant une contrebasse, ou devant une harpe ? Dans tous les exemples, il se produit surtout une pression acoustique, et non une importante pression d'air, c'est-à-dire un balayage des molécules de l'air, du vent, comme le fait une membrane qui bouge trop.

Et c'est ce que nous avons pu obtenir avec nos haut-parleurs : un déplacement des membranes, le plus bref, le plus instantané possible, de façon à ne pas faire un grand déplacement d'air mais à obtenir, au contraire, une pression acoustique, telle que dans la réalité.

Si vous vous trouvez dans une salle de concert, face à un orchestre philharmonique d'environ 120 musiciens, sentez-vous le vent quand ils jouent fortissimo ? Non. Remplacez maintenant tous ces musiciens par la même quantité d'enceintes dont les haut-parleurs ont un fort déplacement (donc faisant beaucoup de vent) ; faites un mur avec toutes les enceintes et mettez une musique également fortissimo ; il ne restera plus personne dans la salle tellement il y aura de vent !

Quant à la théorie de la résonance grave, de l'obligation d'un fort déplacement de la membrane si l'on veut obtenir des graves (ce que nous avions appris tout comme vous), eh bien oui, elle est totalement dépassée pour nous aujourd'hui.

Preuve en est qu'avec un déplacement moindre des membranes de nos haut-parleurs graves (environ 1 mm à un niveau normal d'écoute, environ 8 mm à très fort niveau, sur des

fréquences extrêmes graves), nous avons pu obtenir un niveau de grave identique à celui obtenu lors de l'analyse en direct d'un instrument de musique spécifique aux graves (« décibèlement » prouvé ! A moins qu'il ne faille remettre en question la qualité des appareils Brüel et Kjaer, Telequipment, etc.).

Il est vrai que quelqu'un habitué (et auditivement déformé) aux « gros » graves, pourra être surpris à la première écoute de nos systèmes. Pourquoi ? Parce que si, dans un enregistrement, il y a peu de graves, nos haut-parleurs n'en donneront pas. Si y en a, vous les entendrez, à leur juste hauteur ; s'il n'y en a pas, vous n'en entendrez pas en surplus. Alors que, et vous le savez bien, une membrane qui bouge excessivement, même si l'enregistrement ne descend pas tellement en fréquence, nous donnera l'impression d'entendre quand même des graves, non de par l'enregistrement originel, mais à cause des grands battements, du brassement d'air, de l'ébranlement mécanique de la membrane. Nous entendons alors le battement d'air produit par la membrane et non les seules fréquences propres à l'enregistrement. Où est la réalité alors ?

En ce qui concerne l'exemple donné avec la grosse caisse, il n'est pas tout à fait juste. Car le déplacement de la peau, sous l'impact du maillet, dépendra évidemment de la tension de cette peau. Or, si les deux peaux d'une grosse caisse sont correctement tendues, la première (qui encaisse le choc) se déplacera moins que vous le dites, et la deuxième ne bougera pratiquement pas. Car il y a, dans toute grosse caisse (et caisse-claire), un

petit trou de décompression (ce que vous ne saviez peut-être pas), d'où s'échappe un tout petit peu d'air (mais certainement pas autant qu'avec un boomer à suspension jouant fff). Et puis avec quel type de grosse caisse ? Quelle résonance ? Quelle peau ? Quel maillet ?...

Une petite chose maintenant, qui nous a étonnés : votre exactitude mathématique concernant les déplacements. En dehors de la théorie, avez-vous déjà fait des mesures d'accélération vibratoire, avec un accéléromètre Brüel et Kjaer ? Si oui, vous avez dû être surpris bien des fois, comme nous l'avons été, car la réalité physique n'est pas toujours conforme à la théorie mathématique...

Reprenons maintenant notre grosse caisse et remplaçons les peaux tendues par deux plaques caoutchouc mou. Qu'allons-nous constater ? Sous l'impulsion, la première plaque va s'enfoncer fortement, la deuxième va sortir et elles vont produire un fort déplacement d'air, mais « acoustiquement zéro » ! C'est pratiquement le même phénomène qui se passe avec une suspension de membrane très molle. D'où l'intérêt d'avoir un déplacement de membrane correct (et réduit par rapport aux elongations énormes que nous avons constatées sur bien des boomers), tout en conservant une pression acoustique exacte des fréquences graves. Logique, non ?

3) Nous n'avons pas compris pourquoi vous parlez des battements de membrane causés par le « rumble », et sur les filtres à utiliser en rapport ; alors que nous n'y faisons pas allusion dans notre article.

Les battements de membrane, (Suite page 168)

Courrier

(Suite de la p. 18)

dont nous parlons, ne sont pas dû au « rumble », mais à des fréquences graves instrumentales, enregistrées et reproduites, et entraînant ces battements trop importants, sur des fréquences précises, et non au « hasard du rumble ». Ceci dit, soyez rassurés ! Nos membranes bougent aussi un peu s'il y a beaucoup de « rumble » !

4) Comme vous le dites vous-même, les mesures en sinusoïdal sont très insuffisantes. Vous ajoutez ensuite que les mesures spectrales le sont tout autant ; c'est une erreur. Vous terminez enfin en disant qu'il vaudrait mieux faire des oscillogrammes instantanés ; nous pensons autrement.

Vu le déplacement et la mise en repos quasi immédiate de nos membranes, il est évident que nous pouvons obtenir des oscillogrammes instantanés très beaux. Mais pour mieux visualiser nos résultats, nous avons préféré faire une réponse en signaux carrés qui montre, de façon bien plus visuelle et concluante, les qualités ou les défauts d'un matériel (comme vous le savez fort bien).

Il est inutile de vous préciser aussi que la forme des signaux carrés que nous avons obtenus, est très belle pour des haut-parleurs dynamiques et que, dans les mêmes conditions de mesure, avec d'autres enceintes, les signaux obtenus sont catastrophiques.

Vous savez également que si l'on obtient une belle forme de signaux carrés, cela démontre « scientifiquement » que la bande passante est très étendue, la mise en phase tout à fait correcte, la reproduction d'harmoniques excellente, la réponse transitoire quasiment sans traînage.

Et c'est ce que nous obtenons avec nos enceintes acousti-

ques.

5) Désolés de vous contredire à 100% !

Nous vous invitons cordialement à venir constater sur place, en nos laboratoires, que nous obtenons bien entre 100 et 106 dB, 1 watt, 1 mètre, avec nos haut-parleurs (quoi qu'en disent certains spécialistes d'électro-acoustique !... Fort heureusement pas tous !). Et ceci avec une diffusion spatiale des aigus incroyable, car nos tweeters ne sont absolument pas directifs (mais que vont en penser les « spécialistes » ?...).

Vous n'allez peut-être pas croire non plus l'exemple instrumental suivant, que nous jugeons bon de vous donner : j'ai moi-même pris ma clarinette, en si bémol, et joué un SOL⁵ réel, très aigu, à 1 mètre du micro (Brüel et Kjaer type 4 133, connecté sur un « 2 010 » toujours Brüel et Kjaer, bien entendu !), et nous avons obtenu une pression acoustique de 114 dB !

Savez-vous, en plus, que la majeure partie de ce rendement est due, non à la pression qui sort du pavillon, mais à la pression qui sort des « trous » demeurés ouverts le long de la clarinette ? Nous obtenons, très près du micro, 134 dB par les trous, et environ 130 dB par le pavillon. En jouant un MI (RE² réel), la clarinette entièrement fermée, le micro rentré dans le pavillon, nous obtenons 128 dB, donc toujours moins que par les « trous ».

Pourquoi donc serait-il obligatoire d'utiliser des tweeters à compression, à pavillon, etc., pour avoir un grand rendement (avec la clarinette, nous obtenons une pression acoustique plus grande par les trous, que par le pavillon qui, en principe, devrait diffuser plus fort ?). Et pourquoi serait-il impossible que nous ayons.

trouvé le moyen d'obtenir un tel rendement avec des haut-parleurs à cônes ? Votre incredulité même prouve que ce que nous avons trouvé est un progrès important.

Il y a plus d'un siècle, Lord Kelvin disait : « Si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez et l'exprimer par un nombre, vous savez quelque chose de votre sujet ; sinon vos connaissances sont d'une pauvre espèce et bien peu satisfaisantes, quelle que soit la question dont vous vous occupez ».

Tout ce que nous présentons est prouvé, tracé, photographié, comparé, et même calculé !... Mais il ne faut pas s'imaginer naïvement que la qualité de reproduction d'une enceinte acoustique peut être condensée dans une formule mathématique simple (et surtout pas les nôtres !).

La théorie est une chose, l'acoustique une toute autre chose.

Vous pouvez avoir un petit haut-parleur d'excellente qualité de 12 cm de diamètre ; mathématiquement vous augmentez tout pour avoir un 24 cm de même qualité et, quand vous faites les essais, vous constatez qu'il est médiocre. Alors que, mathématiquement parlant, il aurait dû être aussi bon que le 12 cm.

Un autre exemple (que les instrumentistes comprendront mieux) concernant les anches d'instruments à vent. Vous disposez de 20 anches, provenant toutes du même morceau de roseau, taillées de façon rigoureusement identique par des appareils hautement perfectionnés. Quand vous les essayez sur l'instrument, « l'une sonne et l'autre pas » ; les unes sont bonnes (faciles à jouer) et les autres mauvaises. Alors que, théoriquement, elles devraient toutes posséder

les mêmes qualités.

Nous pourrions aligner des colonnes de données mathématiques, de calculs de toutes sortes ; mais, pour le non-expérimenté, quel intérêt à lire cela ? C'est pourquoi nous préférons donner des exemples concrets, vivants, visuels, sans pour autant détruire les théories scientifiques reconnues depuis 50, 100 ans, ou plus ; mais peut-être en les complétant, les modifiant, voire en les dépassant.

Juste une question : qu'auriez-vous pu penser, au début de ce siècle, lorsqu'Einstein, par ses découvertes, modifia profondément les théories de Newton pourtant reconnues depuis bien longtemps ?... C'est une question sur le principe, non pour nous comparer à Einstein !

En acoustique, M. Fradin, les résultats expérimentaux font remettre bien des théories en question, et celui qui se borne à ces dernières n'avance pas.

6) D'après vous, « les théories sont formelles : si la courbe n'est pas linéaire en sinusoïdal, elle ne peut pas reproduire correctement une fonction quelconque ». Eh bien, si la théorie est formelle, les expériences démontrent qu'elles devraient l'être un peu moins !

Quiconque possède une certaine expérience, en matière de haut-parleurs, ne peut pas nier qu'une courbe de réponse est loin de donner une idée entièrement correcte des résultats acoustiques que l'on peut espérer obtenir d'un haut-parleur. Une telle courbe ne peut certainement pas être prise dans l'absolu comme élément caractéristique d'un haut-parleur donné, et il serait temps que disparaisse cette légende : « belle courbe =

(Suite page 173)

Courrier

(Suite de la p. 168)

bonne enceinte ». C'est parfaitement faux.

Pour un amplificateur, par exemple, ce que vous dites est juste, mathématiquement parlant. Il s'agit, en effet, d'un phénomène lié à un courant électrique. Pour un haut-parleur, par contre, cela est tout autre chose, car il y a déplacement de matière et de molécules, et ce phénomène n'est pas comparable au premier.

Vous dites que « la reproduction correcte de toute fonction transitoire entraîne une linéarité complète sur les fonctions sinusoïdales ». Donc, en inversant, une fonction sinusoïdale lirtéaire entraîne une reproduction transitoire correcte.

C'est la théorie qui le dit. Or, vous savez très bien, M. Fradin, que beaucoup d'enceintes ont une belle courbe de réponse, linéaire le plus possible, et que pourtant leur réponse transitoire est médiocre ; vous savez aussi que si l'on fait des oscillogrammes instantanés ou des mesures en signaux carrés, ces enceintes donnent des résultats épouvantables que l'on n'oserait même pas montrer au public. Que dire alors puisque cela contredit la théorie, et que pourtant ce sont des faits prouvés et indéniables ?

Tout dernièrement encore, nous parlions avec un homme éminent de l'électro-acoustique qui nous disait, « C'est vrai, combien de fois avons-nous essayé des enceintes qui avaient une belle courbe et qui, musicalement, ne valaient rien du tout ».

Un autre fait qui s'est déroulé il y a quelques années, dans un grand laboratoire de recherche. Nous étions réunis, à quelques-uns, pour essayer diverses enceintes dont les courbes de réponse étaient plus qu'excellentes. Arrivés à

la comparaison musicale, nous écoutions un concerto de trompette et, à chaque fois que l'on passait d'une enceinte à l'autre, le timbre changeait complètement (il n'aurait pas dû puisque les courbes étaient quasi identiques). Finalement, le chef du laboratoire s'est tourné vers moi et m'a dit, sur un ton isolé : « Mais, M. Rehde, laquelle est la vraie trompette ? ». Ce à quoi j'ai répondu : « Il faudrait faire venir l'instrumentiste ici, le faire jouer, et alors comparer ». Dans un tel cas, les courbes de réponse ne servaient strictement à rien. C'est peut-être de là qu'est venue notre idée de faire des tracés comparatifs en harmoniques, montrant instantanément si le haut-parleur reproduit les harmoniques ou pas.

Nous insistons encore sur le fait que des mesures en électronique (tel un amplificateur, un tuner, un préamplificateur, un lecteur compact-disc, etc.), et des mesures de haut-parleurs (nus ou en enceintes) sont deux choses différentes ; et si la théorie s'adresse aux deux, la pratique, elle, non.

Il y a plusieurs années, une grande revue Haute-Fidélité avait testé un « ensemble audiophile » valant environ 10 000 francs. Et cette revue montrait l'unique exemple d'un signal carré obtenu par les enceintes, en disant : « réponse, exceptionnelle, sur signal carré de l'enceinte X ». Or, la courbe de ces enceintes n'était certainement pas linéaire, et il faut croire qu'obtenir un tel signal carré était un événement, pour qu'on en parle ainsi !

D'autre part, avec certains instruments de musique, on peut quasiment obtenir des signaux carrés. Par exemple avec une trompette (munie d'une sourdine légèrement modifiée), ou

avec un violon (en jouant juste derrière le chevalet). Et nous pouvons vous garantir qu'il n'y a aucun instrument de musique qui soit linéaire !

Peut-être savez-vous aussi qu'en ajoutant à un son fondamental trois de ses harmoniques impaires (combinées avec des phases respectives convenables), par exemple les harmoniques 3, 5, et 7, la superposition des quatre suffit à donner une courbe résultante très proche d'un signal carré. Et que, pratiquement, les harmoniques allant jusqu'à l'harmonique 10 suffiraient déjà pour qu'on obtienne une forme de signal carré.

Nos haut-parleurs ne reproduisent pas seulement quelques harmoniques mais une multitude, ce qui nous permet d'obtenir de beaux signaux carrés. Par contre, si des enceintes ne peuvent pas donner des signaux carrés, c'est qu'elles reproduisent très mal les harmoniques, malgré leur courbe de réponse, si linéaire soit-elle.

Est-ce que la théorie peut expliquer maintenant pourquoi, malgré une courbe de réponse linéaire, les reproductions d'harmoniques sont incorrectes, alors que, théoriquement, elles devraient être correctes ? Et pourquoi, avec une courbe de réponse modifiée (comme nous l'expliquons dans notre article), les reproductions d'harmoniques sont correctes ? Et pourquoi nous obtenons aussi une réponse en signal carré très belle (sur une multitude de fréquences), alors que, théoriquement, nous ne devrions pas ?

Et ce ne sont pas des « subjectivités », ce sont des faits.

Pendant plusieurs années, nous avons fait des recherches au niveau des instruments de musique, en analysant leurs

composantes, les phénomènes se créant, selon qu'un instrument est frappé (percussion), ou mis en vibration (cordes, anches, tuyaux), ou utilisé au pianissimo, mezzo-forte, fortissimo (les résultats étant encore différents) ; puis en étudiant les haut-parleurs, les membranes, dont les réactions sont différentes selon les cas évoqués plus haut. Nous avons ainsi accumulé une somme considérable d'informations, qui nous a servi pour la mise au point de notre traitement des membranes ; ce dernier nous permettant, justement, de reconstituer les fondamentales et les harmoniques de la musique vivante, à leur juste valeur.

La morale de l'histoire, M. Fradin, c'est qu'avant de vous « embarquer » dans ce que vous avez écrit, il fallait être sûr de ce que vous avanciez ; pas seulement de ce que vous avez appris théoriquement (comme nous), mais aussi de ce que vous auriez pu constater expérimentalement, dans un laboratoire de recherche complet, comparable à celui que nous possédons. Des études sérieuses de musique, d'instruments de musique (sur la façon d'en jouer), de haut-parleurs, vous auraient certainement fait parler différemment.

7) Concernant la courbe d'impédance, p. 26, les explications que nous avions données, n'ont pas été insérées dans l'article (par oubli du studio de photocomposition).

Nous vous le rappelons encore une fois : le comportement d'un haut-parleur n'est pas du tout le même lors d'un tracé sinusoïdal (une seule fréquence à la fois), ou lors d'un tracé comportant des harmoniques (une multitude de fré-

Courrier

quences en même temps). Ce même phénomène se retrouve quant à l'impédance.

Faites l'expérience suivante : tracez une courbe d'impédance sinusoïdale et, à l'endroit à cette courbe est la plus élevée (soit sur la fréquence de résonance, soit sur une fréquence plus aiguë avec les tweeters), stoppez le générateur de fréquences et le tracé de la courbe. Prenez maintenant un instrument de musique. Jouez une note rigoureusement à la même fréquence (la bosse d'impédance) au travers d'un microphone connecté sur l'appareil à mesure, mais les deux signaux en même temps cette fois-ci. Qu'allez-vous constater, à votre grande surprise ? L'impédance va changer totalement, ce qui est normal, puisque vous n'aurez plus alors une seule fréquence, mais une multitude d'harmoniques en même temps.

Un instrument de musique étant suffisant pour couvrir toute la gamme des fréquences (des harmoniques), et pour « scientifier » la chose, nous avons utilisé un bruit blanc (fait avec le générateur Brüel et Kjaer 1405) que nous avons superposé au signal sinusoïdal, afin que ces deux signaux passent en même temps au travers des haut-parleurs. Les deux signaux ont été réglés exactement au même niveau de puissance, afin qu'il n'y ait pas de prédominance de l'un sur l'autre.

Notre but n'était pas d'annuler les théories mathématiques concernant l'impédance (nous serions stupides !), mais de montrer, une fois de plus, que les haut-parleurs (et l'impédance !) ne se comportent pas du tout de la même façon dès que nous avons une émission d'harmoniques. Que vous le

vouliez ou non.

8)a. Alors là, chapeau ! Vous êtes vraiment fort. C'est la première fois que nous rencontrons un appareil à mesurer vivant !

Vous savez très bien, M. Fradin, qu'il est quasiment impossible de dire comme cela : « tel rendement, telle coupure de fréquence grave », telle puissance, etc. Cela dépend de tellement de critères.

Redevenons sérieux. En réalité, le rendement de nos enceintes est de 100 dB, 1 watt, 1 mètre, à 500 Hz (environ, selon les modèles). Quant à la fréquence de coupure grave, elle n'est certainement pas de 80 Hz, ce serait affreux !

Nos boomers descendent aussi bas qu'il y aura de fréquences graves dans l'enregistrement utilisé (si c'est 80 Hz, ils ne descendront donc pas si bas ; si c'est 35 Hz, ils descendront aussi bas). De plus, vous n'auriez pas pu écrire cela, si vous vous étiez rappelé notre exemple du tracé comparatif en harmoniques, p. 21, qui descend jusqu'à 50 Hz (donc 30 Hz plus bas que ce que vous aviez pensé).

b. Au sujet de l'écoute du violon, dont vous parlez, cela nécessite à nouveau quelques explications.

Une information musicale, tout d'abord. Vous savez que le LA doit se situer à 440 Hz. Mais savez-vous qu'encore actuellement, dans certains endroits (comme en Bavière par exemple), le LA est bien plus bas ? Ce qui crée beaucoup de complications pour les instrumentistes (notamment les bois et les cuivres).

Savez-vous que certains chefs d'orchestre interprètent même des œuvres en transposant quelquefois d'un ton plus haut, pour faire « plus brillant » ?

Donc, à partir de ces deux critères, on peut déjà avoir une prédominance, ou l'inverse, quant à la brillance des sonorités instrumentales.

Et puis quel violon est utilisé ? Quel soliste joue ? Quels types de micros pour la prise de son ? Comment sont placés les micros ? Quel mixage ?...

Vous savez très bien que sur dix enregistrements de violon (ou d'autres instruments), chacun aura sa propre sonorité (l'un « avançant » le violon ; l'autre « effaçant » le violon ; très peu présentant un équilibre musical correct).

Et nos enceintes sont intransigeantes sur les qualités, ou les défauts, d'une prise de son.

D'autre part, vous êtes-vous seulement déjà trouvé à côté d'un violoniste virtuose, pour entendre, réellement, comment doit « sonner » un violon ?

c. A propos de la « brosse à reluire les oreilles », n'est-ce pas vous qui auriez besoin de faire reluire les vôtres ?... Nous plaisantons évidemment !

Mais dans tout ce qui touche à l'audition, on ne peut pas négliger le côté psychologique de la question. Et les réactions variées que l'on peut rencontrer, s'expliquent par le regrettable fait qu'aujourd'hui on passe beaucoup plus de temps à écouter une musique reproduite, qu'on en passe à l'audition directe et vivante d'un orchestre.

Beaucoup de personnes ont ainsi une écoute déformée, et s'habituent à cette déformation acoustique.

Il nous semble intéressant d'ajouter que beaucoup de musiciens, de chanteurs, de chefs d'orchestre, professionnels, et internationalement reconnus, utilisent nos enceintes ; qu'ils avaient auparavant des marques hautement re-

nommées, et qu'ils ont changé parce qu'ils ne retrouvaient justement pas, avec ces dernières, cette impression du direct qu'ils ont découverte avec nos enceintes. Leurs oreilles doivent sans doute bien briller !

Et avec les milliers de mélomanes qui sont devenus nos clients, peut-être bien qu'un jour, en France, on pourra classer les gens en deux catégories : « les oreilles mates » et « les oreilles brillantes » !

Trêve de plaisanterie, comme vous le dites vous-même, les constatations des uns et des autres ne sont que des jugements subjectifs... Mais enfin, si un jour vous passez devant notre établissement et que vous ayez envie de faire reluire vos oreilles, n'hésitez pas !

d. Il nous semble que vous essayez de faire ressortir, tout au long de votre lettre, une sorte de curriculum vitae vous concernant. Nous vous citons : « Professeur de mathématiques... ancien collaborateur de Harmonie Hi-Fi Conseils et, pour un article, du Haut-Parleur... ayant un « certain bagage scientifique »... j'ai moi-même testé un nombre important de matériels divers », etc.

Il nous semble aussi que vous laissez sous-entendre que l'auteur de l'article est un bricoleur.

Le but de cette lettre n'est vraiment pas de raconter ma vie, je n'aime pas ça. Néanmoins, il est peut-être utile de le faire succinctement.

Dès l'âge de 9 ans et demi, j'ai fait une carrière musicale internationale comme soliste. Vers 10 ans, j'ai été décoré des propres mains du roi Christian X (puisque je suis Danois), qui m'a décerné son propre insigne. J'ai été professeur des
(Suite page 178)

Courrier

élèves de niveau supérieur au Conservatoire de Copenhague, recommandé par le clarinettiste virtuose Ole Frösing. Puis j'ai continué ma carrière musicale internationale, en tant que soliste et chef d'orchestre. J'ai dirigé bien des orchestres symphoniques et de jazz, et j'ai eu mes propres orchestres avec lesquels j'ai enregistré beaucoup de disques et fait beaucoup d'émissions radiophoniques. J'ai été sollicité par bien des chefs d'orchestres, comme soliste clarinettiste, car je « monte » un octave au-dessus du UT² (la note la plus haute mentionnée dans les méthodes), ce qui est très rare. J'ai été également plusieurs fois solistes à l'O.R.T.F. Bref, ce n'est qu'un aperçu de ma carrière orchestrale.

J'ai travaillé 11 ans à Radio Luxembourg, comme chef d'orchestre, et, passionné de technique, comme ingénieur du son. J'ai fait de nombreux disques, films, et émissions télévisées.

J'ai dirigé, pendant plus de 5 ans, un laboratoire de recherche chez l'un des plus grands constructeurs de haut-parleurs d'Europe, et bien des haut-parleurs que j'ai développés sont encore utilisés et commercialisés à ce jour.

Le nombre de pages de cette revue ne suffirait pas pour insérer tous les articles, de la presse internationale, ou concernant mes découvertes. Je suis en rapport direct avec des laboratoires de recherche sur l'ouïe, avec lesquels nous travaillons et pour lesquels nous développons des haut-parleurs tout à fait spéciaux.

Nous possédons l'un des meilleurs laboratoires français de recherche électro-acoustique et nous testons aussi beaucoup d'appareils.

Nous travaillons avec (et fabriquons pour) bien des profes-

sionnels (des vrais), tant sur le plan « musique », que sur le plan « électronique ».

Nous avons obtenu plusieurs dizaines des brevets, dans le monde entier, et ce jusqu'au Japon.

Rehdéko est d'ailleurs plus connu à l'étranger qu'en France (car nous travaillons pour le grand public depuis peu de temps), la Sté REHDEKO existant depuis 17 ans. Ceci étant dit, qui est le bricoleur d'après vous ?

Vous dites : « Rendement et fréquence de coupure grave (93 dB et 80 Hz) sont d'ailleurs conformes à la théorie ». Laquelle ?

Car il y a une multitude d'enceintes dont le rendement est d'environ 93 dB, et qui descendent bien plus bas que 80 Hz.

f. Vous paraissez vraiment en savoir long sur les traitements de membranes...

En dehors de ce que vous avez appris, théoriquement, nous serions très curieux d'entendre parler de nos expériences, pratiquement.

Nous ne comprenons pas du tout pourquoi vous parlez d'un traitement qui modifie la fréquence de coupure grave, alors que nous n'y faisons pas allusion (ni dans notre article, ni ailleurs), et que les traitements que nous appliquons n'ont aucun rapport avec cette théorie que vous annoncez si doctoralement.

Dans notre article, p. 21, 2^e colonne, nous disons ceci : « Ce traitement est différent selon les types de haut-parleurs et la gamme de fréquences à reproduire ».

Effectivement, les traitements sont différents selon les types de haut-parleurs utilisés. Ainsi, dans notre modèle RK 50-2S, il y a un boomer, un haut-médium, et un tweeter ; chaque haut-parleur ayant sa

bande passante caractéristique (selon les harmoniques à reproduire), et un traitement différent.

Un haut-parleur non traité qui ne monte pas très haut en fréquence est capable, après le traitement de la membrane, de monter extrêmement haut, avec une dispersion totale d'aigus. C'est le cas, par exemple, pour nos tweeters (qui, en plus, ne sont pas du tout directifs comme la plupart).

Reprenons un exemple instrumental. On peut, de maintes façons, modifier la fréquence (la fondamentale) d'une note sur un instrument de musique.

Par exemple, vous êtes en train de fabriquer un xylophone et, par malheur, vous avez coupé l'un des « morceaux » de bois trop court. La fréquence de la note va donc être trop haute. Que faire ? Il faut simplement limer en-dessous, au milieu, pour faire descendre la note jusqu'à l'obtention de la fréquence désirée (de même avec un vibraphone, une marimba, etc.).

Avec un tuyau sonore, relativement court, on peut très bien aussi obtenir des fréquences très basses en bouchant l'une des extrémités, car alors on va travailler au quart de la longueur d'onde. Ainsi avec un tuyau de 4 m, on aura une fondamentale d'environ 21 Hz (si ce tuyau est ouvert, on aura une fondamentale d'environ 42 Hz). Pourquoi donc n'aurions-nous pas pu trouver le moyen de descendre très bas en fréquence, avec un déplacement des membranes, non en appliquant les théories mathématiques apprises, mais en appliquant d'autres moyens issus de ces études sur les instruments de musique ?

Le traitement (et évidemment bien d'autres choses) nous aidant alors à reproduire les har-

moniques correctement et servant aussi, quant aux boomers, à réduire leur déplacement.

Nous vous rappelons que ce traitement n'est pas un vulgaire barbouillage d'une matière quelconque ; qu'il est composé à partir d'essences et de vernis naturels (les produits synthétiques étant inopérants, voire désastreux dans certains cas) ; que la plupart de nos colles et de nos vernis sont fabriqués par nous ; que les haut-parleurs traités demandent trois mois de séchage ; que nous effectuons 27 contrôles sur chaque haut-parleur avant le montage en enceinte, puis des mesures très sévères, l'enceinte terminée.

Mais, une fois de plus, le croyez-vous ?

Pour conclure définitivement, nous terminerons sur un fait amusant.

A la première du « Sacre du Printemps », de Stravinsky, le public chic et un peu guindé fut stupéfait en écoutant cette musique. Une vieille comtesse fort digne s'écria : « C'est la première fois depuis soixante ans qu'on ose se moquer de moi ! ». D'autres se trouvaient mal, et l'on cria : « Un docteur... Un dentiste... Un docteur... ».

Ce phénomène s'est renouvelé souvent, en bien des domaines...

Vous remerciant encore de votre lettre qui nous a permis d'expliquer un peu plus nos théories, veuillez agréer, Monsieur, nos salutations les meilleures.

Sté Rehdeko

P.S. Vous exprimez votre intention d'informer d'autres revues en cas de non-publication et de non-réponse. Est-ce une menace ou une inadvertance de langage de votre part ? ■