

HAUT-PARLEURS

ET ENCEINTES ACOUSTIQUES

Nous commençons, avec ce numéro, la publication d'une série d'articles intitulée « Haut-Parleurs et enceintes acoustiques », ce qui pourra paraître d'autant plus étonnant pour une revue qui, portant (presque) ce titre, n'a rien publié de vraiment suivi, depuis des années, sur ce sujet. Il était donc important de combler cette lacune et c'est pourquoi nous abordons, dès à présent, une suite d'articles consacrés à ce thème. Pour cela, nous avons fait appel à un spécialiste, dont la compétence n'a d'égale que la modestie : M. Pierre Loyez, qui a marqué ces vingt dernières années de son sens de la vulgarisation et de son érudition. Il était donc d'une profonde logique que nous nous adressions à lui pour débroussailler, pour vous, un tel domaine, plus que jamais d'actualité.

Introduction

Le haut-parleur, comme le téléphone, a un peu plus de cent ans. C'est en effet le 10 décembre 1877 que fut accordé à C.H. Siemens le premier brevet concernant un haut-parleur à bobine mobile.

Un tel exemple de stabilité pour une invention datant du siècle dernier ne peut manquer d'étonner, face au nombre croissant des mutations technologiques qui affectent les domaines de la physique.

En 1984, un haut-parleur de grande série reste un dispositif qui ressemble fort, quant à son principe, aux modèles des chercheurs français Huguenard et Gaumont, repris et brevetés aux Etats-Unis par

Rice et Kellogg en 1925. En déduire que la technique des haut-parleurs n'a pas évolué, ce serait vouloir ignorer que d'autres concepts comme le haut-parleur ionique de Klein, l'électrostatique large bande de P.J. Walker ou le haut-parleur plan de Gamzon, même s'ils n'ont pas révolutionné le marché de l'électroacoustique de grande diffusion, n'en ont pas moins constitué des étapes novatrices remarquables. Car, si la fabrication de haut-parleurs ne s'est pas écartée pendant longtemps des modèles électrodynamiques, c'est parce que la conjoncture économique, tout comme l'indifférence du grand public pour les progrès de la matière sonore, n'incitaient

guère les industriels à sortir des sentiers battus.

Longtemps associée à l'histoire du téléphone, à celle de la radio, l'industrie du haut-parleur n'a pris en fait une réelle diversification qu'après l'avènement de la Haute Fidélité, sur la demande croissante de clients toujours plus exigeants, non seulement vis-à-vis des performances acoustiques, mais également vis-à-vis du caractère inédit des nouvelles techniques proposées.

On ne peut manquer ici de faire un parallèle avec l'histoire du moteur à piston face à ses concurrents : plus l'originalité prend corps, et plus le procédé classique s'améliore. C'est pourquoi, dans cette série d'articles, on s'est efforcé de ne pas sacrifier à la nouveauté en minimisant le mérite des solutions classiques, tout de même modernisées au fil du temps, face aux solutions nouvelles dont l'attrait est grand pour quelques initiés, mais dont le succès a besoin de la sanction du temps.

Un point méritant d'être souligné, concernant les émetteurs électroacoustiques en général, est l'impossibilité pour les techniciens d'en décrire toutes les propriétés à l'aide seulement de mesures. Contrairement à ce qui se

fait pour les autres équipements électroacoustiques comme les amplificateurs, voire même les microphones, les experts sont encore aujourd'hui unanimes à se déclarer incapables de représenter objectivement les performances intrinsèques d'un haut-parleur, tant l'environnement acoustique se révèle ici inséparable de l'émetteur sonore. Par ailleurs, le nombre élevé de paramètres à prendre en compte, lié à la complexité des situations acoustiques rencontrées, constitue encore un obstacle majeur à une approche purement mathématique des phénomènes observés. Cette situation n'est pas propre à l'électroacoustique, mais elle surprend ici en raison même de l'apparente simplicité des dispositifs rayonnants. Une des difficultés d'une telle série était dès lors d'éviter de tomber dans un abusif réductionnisme par le biais des seules théories physiques, sans pour autant céder aux facilités apparentes de la psychoacoustique. Ce faisant, la première approche aurait satisfait seulement un petit nombre de lecteurs plus épris de rigueur mathématique que de véritable rigueur scientifique, tandis que la seconde méthode conduirait inéluctablement à une exposition

contraire à l'esprit de la revue.

Bien que la plupart des récepteurs aient des propriétés réversibles, par exemple haut-parleur utilisé comme microphone, nous n'avons retenu que les dispositifs assurant la conversion électrique-mécanique.

Comme en pratique, du point de vue des résultats attendus, il s'avère difficile de dissocier l'ensemble que constitue un haut-parleur de sa charge acoustique représentée par l'environnement immédiat, nous avons décrit le plus largement possible les dispositifs de couplage à l'air (ou à l'oreille) tels que pavillons et enceintes acoustiques. Pour les mêmes raisons, nous serons amené à aborder les problèmes d'acoustique de salles pour lesquelles les techniques professionnelles de traitement acoustique sont inapplicables. A cet égard, nous avons cru utile d'examiner en détail le cas des petites salles, lequel s'écarte notablement du cas des studios, habituellement traité

dans les ouvrages d'acoustique architecturale. Cela nous a conduit tout naturellement à introduire la notion d'égalisation active telle qu'elle se pratique sur les supports de télécommunications, technique sans doute appelée à se développer dans un avenir proche à la faveur d'un abaissement constant du coût de l'électronique. Cela justifiait également qu'on prête attention à l'évolution des techniques d'asservissement que l'Europe et plus particulièrement la France ont su remarquablement maîtriser. Un chapitre entier y sera consacré.

Dans un même ordre d'idée, les dispositifs d'adaptation de filtrage et d'aiguillage en fréquence ont tout spécialement retenu notre attention, parce que très répandus aujourd'hui dans les enceintes acoustiques multivoies et conditionnant dans une très large mesure les performances globales des reproducteurs acoustiques et des amplificateurs associés.

Aujourd'hui, le concepteur a à sa disposition des modèles électriques déduits d'équivalences mécano-électriques, aussi peut-il, avec l'aide de l'ordinateur et des programmes de synthèse de réseaux électriques, pleinement exploiter la théorie des quadripôles linéaires. Celle-ci peut le conduire non seulement à une optimisation de la fonction de transfert électro-mécanique, mais aussi à un meilleur contrôle industriel des performances. A cet égard, on peut considérer que l'état de nos connaissances sur les transducteurs commence à changer radicalement, non seulement par l'aide apportée par l'ordinateur pour leur conception, mais aussi pour une définition plus objective des critères de qualité auditive. L'apport de l'ordinateur se révèle en effet précieux lorsqu'il s'agit de dépouiller des résultats d'écoute, établir des corrélations, voire plus généralement fournir des résultats statistiques de mesures. Cela est rendu

nécessaire pour l'établissement de normes de mesures réalistes permettant de comparer un matériel à un autre. Ces aspects de la normalisation, considérée comme un facteur de progrès pour une meilleure adéquation entre la qualité des produits de l'industrie et l'usage qui en est fait, font l'objet d'un chapitre spécial.

Conscient de ne pas pouvoir, dans une telle série d'articles, couvrir avec toute la précision souhaitable des domaines par trop spécifiques, nous n'avons pas hésité à renvoyer le lecteur à une bibliographie faisant référence aux ouvrages ou articles spécialisés. Ce faisant, nous espérons que cette série sera considérée avant tout comme une base documentaire accessible au plus grand nombre, sans jamais prétendre remplacer les traités de physique qui ont jeté les bases de l'électroacoustique moderne.

Chapitre I

Caractéristiques d'évolution des émetteurs électroacoustiques

Il est exclu que le lecteur puisse trouver ici une analyse détaillée de la totalité des réalisations qui ont jalonné l'histoire des haut-parleurs, tant l'imagination des chercheurs a été fertile ces dernières décennies. Nous avons retenu les modèles qui ont réellement marqué des étapes novatrices, avec le souci de mettre d'abord l'accent sur les solutions qui prêtent le moins à controverse.

Le lecteur voudra bien traduire cela comme un refus délibéré de s'engager sur les sentiers hasardeux de la métaphysique comme de la psychoacoustique.

L'histoire des haut-parleurs fut d'abord celle du téléphone, puis de la télégraphie sans fil, ensuite de la radio. Ce fut jusqu'aux années 1940 une période marquée par la recherche constante du rendement maximal, au détriment de la bande passante et de la distorsion, grâce à des pavillons pour lesquels la théorie de Webster était sans défauts et qui éliminaient pour un long temps

la nécessité d'une enceinte acoustique.

En même temps qu'apparurent les enregistrements sur disques à large bande et les premières techniques d'amplification à tubes soumis à contre-réaction, l'industrie du haut-parleur se diversifia avec l'avènement de la Haute Fidélité. C'est ainsi que naquirent les premières suspensions souples utilisant tous les produits de l'époque (tissu gaufré, cuir, feutre) et les premiers diaphragmes bicônes.

C'est tout autant les transducteurs que les charges acoustiques associées

qui soulevèrent dès les années 1950 la passion des Hi-Fi Fans (terme alors consacré dans les pays anglo-saxons).

En l'occurrence, les enceintes acoustiques apparurent pour les prosélytes de ce nouvel art comme un dispositif un peu miraculeux, non seulement pour augmenter le rendement des haut-parleurs, à l'instar des pavillons, mais également pour rétablir un équilibre tonal plus satisfaisant aux basses fréquences.

Cette course au rendement et aux sonorités graves marqua en gros la période 1930-1960, avec

des solutions encombrantes et inesthétiques. Celles-ci enthousiasmèrent cependant toute une génération de discophiles littéralement subjugués par des sons nouveaux issus de boîtes dont la renommée n'avait d'égale que la complexité.

Assez logiquement, comme ce fut le cas de l'électronique, la période des années 1960 fut celle de la conquête de la bande passante, revendiquée au nom de la sacro-sainte loi dite des 400.000 (1) qui exigeait qu'on restituât une bande de 9 octaves environ centrée à 800 Hz. Hélas, le contingentement des surfaces réservées aux loisirs en habitat urbain s'ajoutant à la phobie grandissante des maîtresses de maison pour ces boîtes sans grâce, sonnèrent le glas des réalisations les plus prestigieuses, telles le Klipschorn de Paul Klipsch, l'Ultraflex de Jensen, le Diphone de G. Cabasse, pour ne citer que ceux-là.

Sur la base des idées suggérées par E.M. Villchur dès 1953, l'industrie des enceintes acoustiques prit alors le chemin de la miniaturisation, grâce à des petits haut-parleurs à résonance basse et à des équipements mobiles à longue

course dans l'entrefer, le tout noyé à l'arrière dans une abondante laine de verre.

On annonce alors des réponses étendues à 60 Hz avec un volume de 10 dm³, mais les rendements chutent vertigineusement, car il a fallu alourdir les membranes, d'où une limitation d'aptitude au registre aigu qui nécessite le recours à des tweeters prenant le relais aux alentours de 5 kHz. Cela consacre la naissance des enceintes à 2 voies pour la meilleure fidélité possible, mais les nostalgiques de l'orgue attendent désespérément une version miniaturisée pour redécouvrir le 32 pieds que l'industrie phonographique, comme celle du magnétophone à bobine, leur garantit inscrit dans leurs supports respectifs.

Une solution originale est apparue avec les premières études d'asservissement, sur une idée de Voigt selon laquelle on englobe le transducteur dans la boucle de contre-réaction de l'amplificateur qui lui est associé (1924). Du même coup, on a gagné sur la bande passante et l'amortissement, sans rien sacrifier au degré de miniaturisation déjà poussé très loin.

Ce n'était pourtant là qu'une première tentative d'introduction d'une électronique à transistors dans des dispositifs jusque-là passifs, car l'abaissement constant du coût des composants actifs et leur fiabilité croissante incitaient par ailleurs à intégrer le filtrage actif, éventuellement l'amplification, dans les coffrets acoustiques.

Les tenants de l'orthodoxie ont néanmoins continué à perfectionner les technologies classiques :

- En développant des structures planes avec membrane en polystyrène expansé (dispositifs sandwich avec revêtement aluminium).
- En spécialisant encore plus les modèles à gamme de fréquence réduite, ce qui fut l'occasion de mettre l'accent sur les traitements de surface des membranes : vernis, plastifiants, flockage, enduction de tissu. Mais, la véritable innovation, après l'Ionophone de S. Klein (1951), l'électrostatique de P.J. Walker (1954), l'Ortophase de G. Poutot (1961), apparut en 1973 avec le Magneplanar qui, par sa présentation en forme de paravents, conciliait performances et esthétique.

La décennie 1970 n'a fait que confirmer ces tendances, avec indéniablement une réhabilitation de la formule d'enceinte à évent (ou sa variante à haut-parleur passif), après avoir radicalement éliminé ce péché de jeunesse nommé « son de tonneau », à la faveur d'une optimisation aujourd'hui presque totale des conditions d'amortissement. Dans le même temps, la maîtrise quasi parfaite des programmes de synthèse des réseaux linéaires a conduit à des formules plus complexes associant filtres égaliseurs et dispositifs de protection :

- systèmes à phase contrôlée, optimisés en directivité et en régime impulsionnel ;
- enceintes à plusieurs résonateurs couplés ;
- enceintes à haut-parleur auxiliaire actif ;
- enceintes multicanaux à amplification sélective ;
- enceintes à réglages sélectifs (adaptation à l'environnement acoustique).

P. LOYEZ (A suivre)

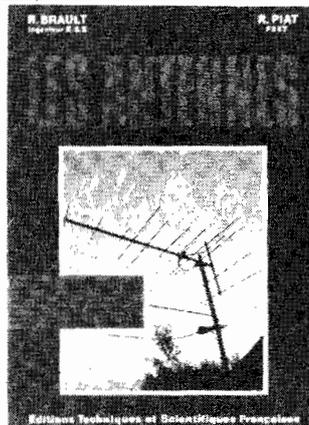
(1) Cette loi pragmatique implique que le produit des fréquences extrêmes soit égal à 400 000 (par exemple : 20 Hz et 20 000 Hz ou 40 Hz et 10 000 Hz).

Bloc-notes

BIBLIOGRAPHIE

LES ANTENNES
par R. BRAULT et R. PIAT
(11^e édition)

La 11^e édition complétée de cet ouvrage, au succès constant, reste dans la ligne que les auteurs se sont fixée : mettre à la portée de tous, les grands principes qui régissent le fonctionnement des antennes. Mais aussi permettre aux



lecteurs de réaliser et mettre au point les nombreux dispositifs décrits.

Principaux chapitres :

- Propagation des ondes.
- Lignes de transmission.
- Brin rayonnant.
- Réaction mutuelle entre antennes.
- Diagrammes de rayonnement.

- Antennes directives.
 - Antennes pour stations mobiles.
 - Couplage à l'émetteur. Pertes.
 - Cadres et antennes ferrite.
 - Mesures pour le réglage.
- Un ouvrage format 15 x 21, 416 pages, nombreux schémas, couverture couleur.

Editeur : ETSF.