

enceintes spéciales pour l'extrême grave

par Jean Hiraga

Au cours des quinze dernières années, on a pu remarquer que si les enceintes acoustiques ont généralement perdu en rendement, ce qui explique en grande partie la sortie sur le marché d'amplificateurs de grande puissance, la tendance générale est celles des enceintes de faible volume et de hautes performances, telles que faible coloration, faible distorsion, bonne linéarité.

Réduire le volume de l'enceinte n'est cependant guère avantageux pour la reproduction du grave et de l'extrême grave. S'il a été possible, en ajustant avec précision, volumes, masse de la membrane, addition de filtres passifs, de résonateurs pour linéariser le secteur grave, il reste encore impossible, sauf pour quelques réalisations «acrobatiques», de transcrire, à l'aide d'une enceinte dite «bookshelf» dont le volume ne dépasse guère 60 litres, correctement l'extrême grave. Le plus souvent, l'élongation maximale permise par le haut-parleur ne permet pas d'obtenir un niveau acoustique suffisant. Cela peut se traduire aussi par une distorsion élevée (heureusement subjectivement moins sensible aux fréquences très graves) ou un trainage important.

Un autre inconvénient est un risque important d'intermodulation avec les sons graves de fréquence plus élevée c'est-à-dire jusqu'à la fréquence de croisement avec le haut-parleur de médium.

Techniquement parlant, peu d'améliorations sont possibles. Pensons, par exemple, qu'obtenir un niveau acoustique acceptable à la fréquence de 20 Hz, à l'aide d'un haut-parleur de diamètre 21 cm, demanderait une excursion de la membrane dépassant... 10 cm...

La solution proposée ici n'est pas nouvelle, on la trouve dans des documents datant de 20 ans. Une de ces solutions consiste, sans avoir à modifier l'ensemble utilisé (du grave à l'aigu), à **ajouter** une enceinte **d'extrême grave** (une ou deux, bien qu'une suffise dans la majorité des cas).

Si le système économique dit «3D», soit un seul haut-parleur grave mais raccordé vers 300-500 Hz a l'inconvénient de faire perdre une partie de l'effet directionnel stéréophonique, une enceinte d'extrême grave, ne travaillant que dans la bande 20-100 Hz maximum, ne provoquera pas un tel inconvénient.

La majorité des disques, des tables de lecture, tourne-disques sont actuellement de qualité suffisante pour permettre une bonne reproduction de l'extrême grave, qui bien que transmise dans pratiquement tous les cas ne l'est malheureusement que... jus-

qu'aux bornes de sortie de l'amplificateur.

La majorité des enceintes, même «bookshelf» étant relativement linéaires jusqu'à 60 Hz, l'addition d'une enceinte d'extrême grave est un moyen économique d'améliorer considérablement sa chaîne : UN OCTAVE EN PLUS.

L'idée d'ajouter une enceinte spécialisée dans la reproduction de l'extrême grave n'est pas neuve. Bien qu'il ne soit pas possible d'en énoncer toutes les principales, l'une des plus intéressantes fut publiée aux USA, vers 1951, par trois fanatiques de haute fidélité :

Fowler, Allison, Sleeper, dont les initiales formeront F.A.S., «Air Coupler» une enceinte acoustique qui fit fureur aux USA à cette époque.

La figure 1 montre la conception de cette enceinte, réalisée d'ailleurs en plusieurs dimensions. Comme le montre cette figure le haut-parleur de grave se trouve curieusement complètement enfermé dans l'enceinte, restant donc invisible de l'extérieur. Le calcul de la longueur du tuyau, de la fréquence de résonance du haut-parleur (voir circuit équivalent) permettait sans difficulté de reproduire des fréquences très graves.

Comme on le voit, le haut-parleur est chargé des deux côtés, ce qui assure un travail plus symétrique de la membrane en mouvement et pression et aussi un meilleur amortissement. L'avantage, par rapport à un long labyrinthe et un haut-parleur chargé seulement dorsalement est surtout une réduction du trainage notable. En effet, un bon haut-parleur d'extrême grave ne doit pas seulement descendre très bas, il doit le faire aussi avec le minimum de distorsion et de trainage.

Parmi ces systèmes avec haut-parleur chargé sur ses deux faces on retrouve chez un modèle ancien de J.B. Lansing, l'enceinte «HART-FIELD» qui elle aussi, utilisait un woofer chargé à l'arrière par une enceinte close et à l'avant par un pavillon exponentiel replié.

Un autre système est celui, plus simple et intéressant, qui fut publié en 1953 dans la revue américaine «High Fidelity». La figure 2 montre comment est conçu cette enceinte, faite de deux volumes séparés par la membrane pour l'extrême grave et un volume séparé et clos pour le médium-aigu.

Remarquez que tous les systèmes décrits jusqu'ici utilisent le haut-parleur chargé sur les deux faces et que la face avant communique avec l'extérieur par l'intermédiaire d'un volume donné et d'une «porte». Cette porte est un point très important du système. Par effet de friction de l'air et d'accélération au niveau de cette

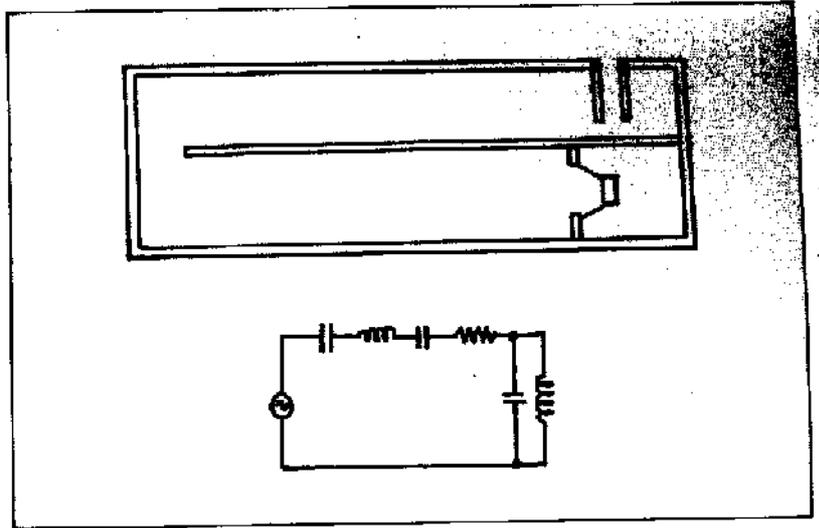
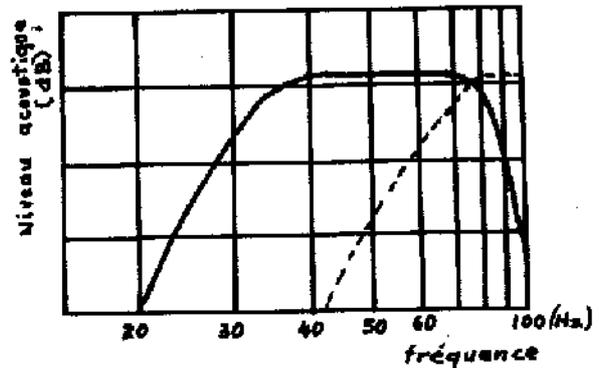
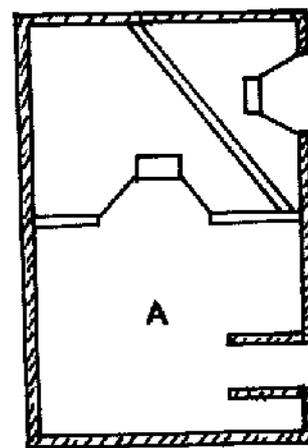


Fig. 1 : Un des premiers systèmes à haut-parleur interne pour la reproduction de l'extrême grave. De longueur voisinant 2 mètres, il pouvait reproduire des fréquences aussi basses que 20 Hz. Proposé en 1951 sous le nom de F.A.S. Air Coupler, il obtint un grand succès. Ses trois inventeurs sont Allison, Sleeper, et Fowler, d'où le nom F.A.S. Le circuit équivalent est le même que celui du système A.S.W.

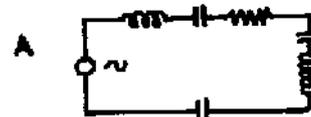
Fig 2



..... Courbe de réponse d'une enceinte conventionnelle.
 ———— Courbe de réponse d'une enceinte pour extrême grave de type ASW (Acoustic Super Woofer).



Le premier des systèmes dits A.S.W. (Acoustic Super Woofer) paru en 1953 dans une revue américaine (High Fidelity), dans un article de Henry Lang.



Ce même système, très efficace, fut repris avec succès en 1969 par la société Hitachi, pour une enceinte de référence ASW HS 1400 W.

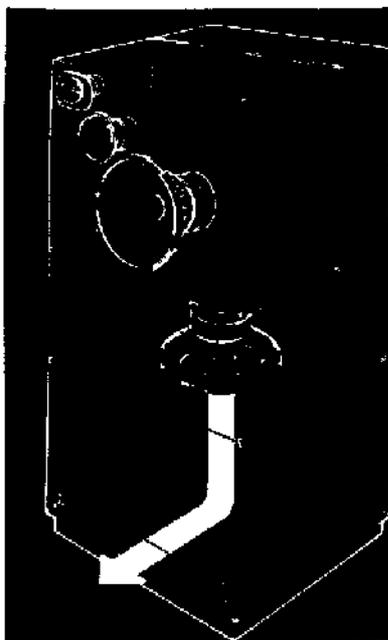


Fig. 3 : Enceinte A.S.W. Hitachi, que proposait en 1969 Mr Kawashima, ingénieur de cette firme. Remarquer le haut-parleur dit «Super woofer» monté à l'intérieur de l'enceinte. L'extrême grave sort par une fente en bas de l'enceinte qui travaille en tant que filtre passe bas, et où seules les fréquences comprises entre 20 et 60 Hz seront transmises.

porte, il va se produire un effet de filtre passe bas mécanique qui est de grande efficacité (fig. 2). La courbe de réponse de la figure 2 montre la bande passante du système, qui permet d'étendre la bande passante jusqu'à 30 Hz.

Un autre avantage du système est qu'un haut-parleur réservé à la reproduction de l'extrême grave, monté dans une enceinte classique provoque une distorsion par intermodulation inévitable, même si coupé au-dessus de 80 Hz par exemple, il va, par effets principaux de «Breakup», déformations non contrôlées de la membrane sous régime impulsif, produire des fréquences plus élevées, au delà de celle du filtre, qui auront pour effet de détruire la qualité de l'extrême grave. Par contre dans le système proposé, chargé des deux côtés, le côté *avant* fait aussi office de filtre *passe bas*, coupant donc ce qui est au dessus, y compris les distorsions par harmoniques de rang élevé émises par le haut-parleur même. Bien conçue, l'enceinte de la figure 2 intéressa également la firme Hitachi, qui en 1969 proposa un système similaire, décrit sur

la figure 3. Malgré la taille réduite de l'enceinte (115 x 43 x 37 cm) elle permettait, malgré un haut-parleur d'extrême grave (inclus dans l'enceinte), d'ajouter avec une linéarité parfaite la bande 25-80 Hz au reste de l'enceinte, composée de trois haut-parleurs de grave, médium et aigu. Vu son prix très abordable, son succès fut grand. Passer allègrement 25 Hz pour une taille réduite n'était pas courant en 1969 (et ne l'est pas encore assez en 1977).

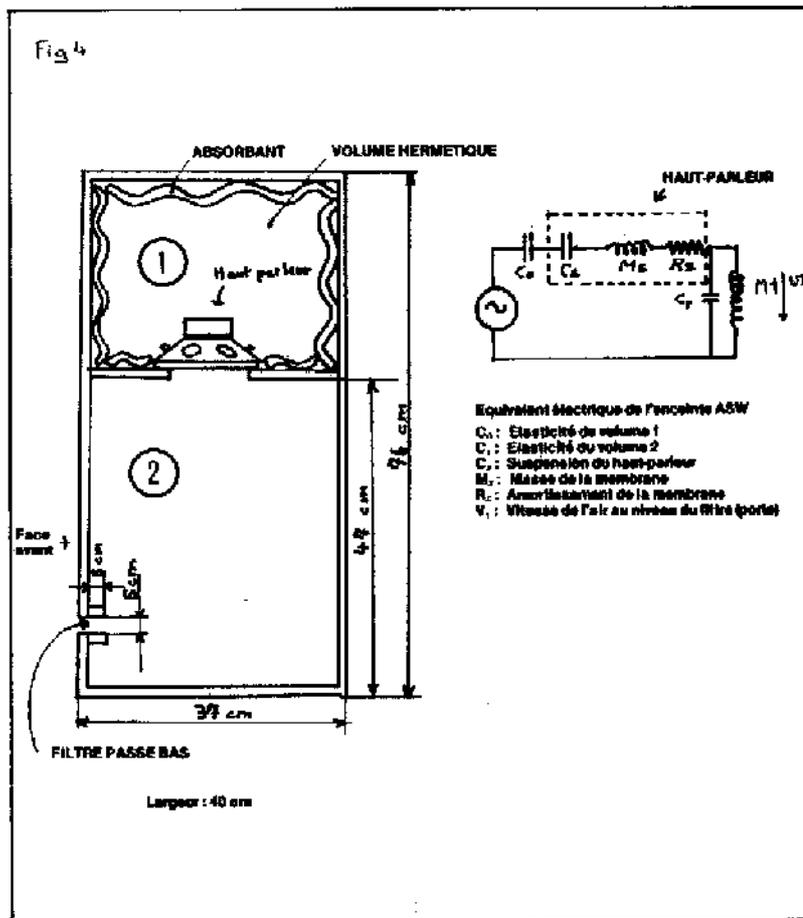
Les lecteurs trouveront ici deux enceintes pour reproduire la bande 25-80 Hz, qu'ils pourront réaliser à peu de frais. La première est inspirée des modèles Hitachi. Ses dimensions restent encore acceptables : 76 x 40 x 37. Le haut-parleur conseillé pour cette enceinte est un modèle de 21 à 25 cm, à fréquence de résonance basse et si possible à membrane assez légère. Un modèle conseillé est le J.B. Lansing 2115, version professionnelle du fameux LE 8T (son prix est toutefois à considérer).

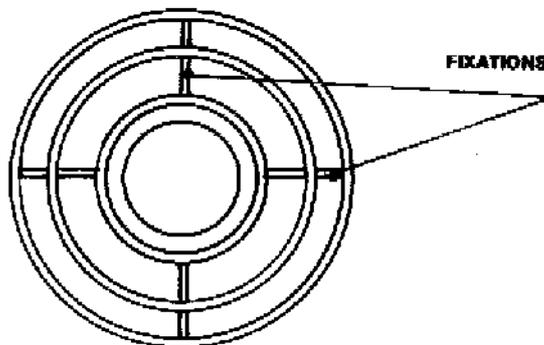
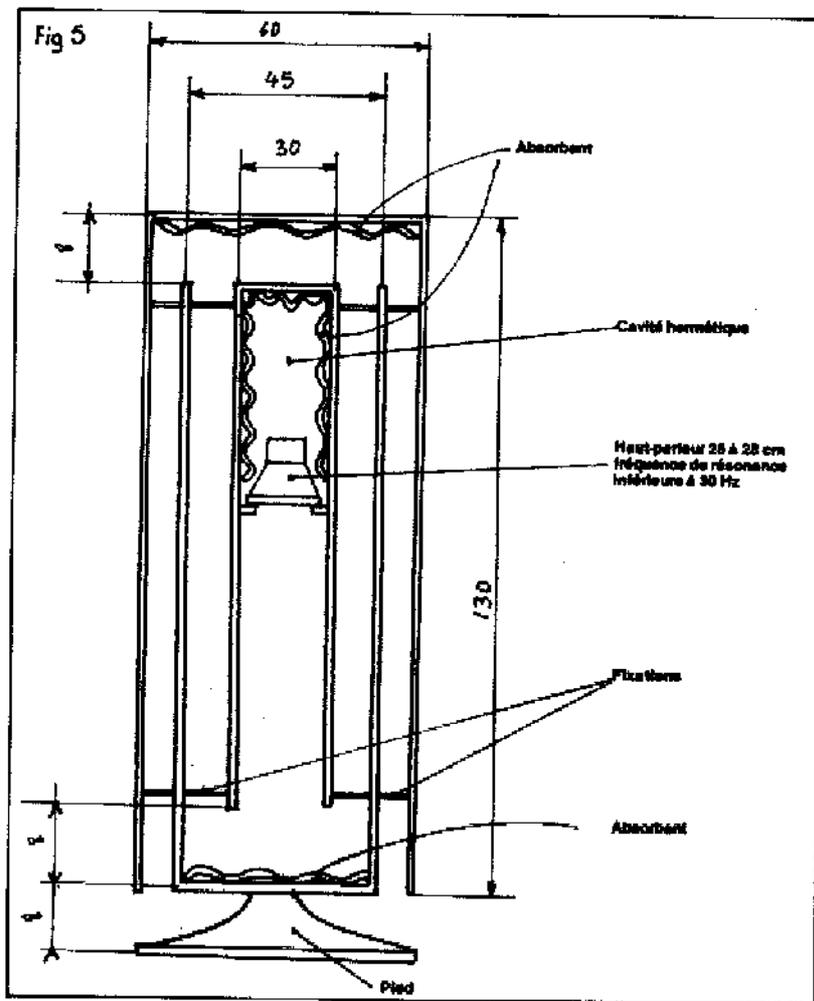
Il est indispensable que les parois de l'enceinte soient rigides. A niveau moyen, une vi-

bration des parois sensible au toucher n'est pas acceptable et doit être amortie soit au moyen de renforcements internes, soit au moyen de colonnes traversant l'enceinte d'un bout à l'autre, verticalement et horizontalement. Des colonnes métalliques sont recommandées. L'intérieur de la partie frontale n'exige pas d'absorbant ou très peu. Il est en effet ridicule de transformer une partie de l'énergie transmise non pas en son grave, mais en chaleur. La partie dorsale doit par contre être amortie par de l'absorbant : feutre, laine de verre non tassée.

Une seconde enceinte est également proposée aux lecteurs. Bien que de présentation différente, son principe est similaire. Elle possède de nombreux avantages :

- Omnidirectionnelle.
- Vibrations parasites pouvant être transmises par l'enceinte interne contenant le haut-parleur isolé de l'extérieur (dessus, dessous, côtés) stoppés (triple parois, isolées).
- Fréquence de coupure 22 Hz (en quart d'onde).
- Forme cylindrique évitant les vibrations parasites.
- Fabrication à partir de tu-





yaux en fibro-ciment ou en matière plastique (utilisés dans le bâtiment pour l'eau). Découpe facile et montage aisé.

- Excellent rapport niveau de l'extrême grave/dimensions de l'enceinte.

La figure 5 montre un plan de cette enceinte. Le pied circulaire avec dessus courbé se trouve dans l'ameublement (tabourets, etc). Les trois cylindres sont fixés entre eux par des tiges filetées de diamètre environ 6 mm que l'on peut cacher du côté extérieur. Le dessus est constitué d'un disque de bois d'épaisseur 25 à 30 mm. (De même pour le disque inférieur). Le nécessaire se réduisant donc à : 3 cylindres, trois disques de bois, 8 tiges filetées, une couronne de fixa-

tion (pour le haut-parleur), un peu de laine de verre ou de feutre mou, un haut-parleur de grave 21 à 25 cm à fréquence de résonance très basse.

UTILISATIONS

Le rendement de ces enceintes dépend du type de haut-parleur choisi. Si disponible, un amplificateur supplémentaire est recommandé. Cet amplificateur peut être, pour réduire les frais, précédé d'un filtre passif 12 à 18 dB/octave, facile à réaliser. Noter que cette enceinte coupe d'elle-même toutes les fréquences supérieures à 150 Hz avec une grande efficacité (voir courbe de la figure 2).

Elle peut aussi être mise en

parallèle au système utilisé en prenant le soin d'égaliser les niveaux. Les plus difficiles pourront utiliser des filtres actifs ou encore utiliser un filtre passe haut sur leur enceinte actuelle, en utilisant l'enceinte décrite ici pour l'extrême grave. Ceci permettra à la voie grave de leur enceinte actuelle de travailler dans de meilleures conditions (élongation de la membrane réduite).

AVANTAGES

Ceux-ci sont nombreux. De nombreux disques contenant un message pur et important dans le grave musicalement, pourront être reproduits. On pourra aussi remarquer une sensation d'espace, plus qu'une sensation de «grave en plus».

Il est important aussi de ne pas exagérer le niveau de l'enceinte réservée à l'extrême grave. Celle-ci doit donc rester pratiquement muette sur de petits ensembles ne passant que du médium-aigu. A faible niveau, son rôle est primordial. Sur des passages de grands ensembles et orchestres elle ajoutera un supplément d'émotion et d'ampleur. Mais répétons que le réglage de son niveau est important et que celle-ci ne doit en aucun cas avoir l'impression de «fonctionner sans arrêt».

CONCLUSION

Il existe bien sûr, de nombreux autres moyens de reproduire de l'extrême grave. De nombreux autres types d'enceintes existent. Le moyen proposé ici a été longuement expérimenté et donne, convenablement réalisé et ajusté, de très bons résultats. La réalisation des enceintes est d'autre part simple ce qui est un point à considérer vis à vis du lecteur. Il est cependant certain que les lecteurs qui réaliseront cette enceinte en seront satisfaits et qu'ils s'empresseront de se procurer de nombreux disques passant dans l'extrême grave, ce qui leur manquait jusqu'ici : un octave en plus, la bande 30 à 60 Hz...