

Leedh

Dans le secret de transducteurs vraiment révolutionnaires



La réalisation

Les Leedh C bouleversent tous les critères habituels des systèmes pour écoute hifi domestique. La restitution sonore qu'elles proposent est d'un tel naturel, débarrassée des scories des distorsions habituelles des haut-parleurs électrodynamiques conventionnels et de leurs charges, que cela peut même troubler les audiophiles intoxiqués aux distorsions agréables des systèmes conventionnels.

Cependant, au bout de quelques minutes, les Leedh C mettent tout le monde d'accord avec une image stéréophonique holographique où chaque interprète est à sa juste place dans l'espace. La justesse de hauteur tonale apparaît d'une totale évidence avec une fluidité dans l'enchaînement des notes qui laisse pantois. Cette proposition sonore, véridique dans toute l'acception du terme, est due à une remise "à plat" totale des technologies habituellement appliquées aux haut-parleurs électrodynamiques, fruits d'une longue réflexion sur les différentes causes des distorsions des haut-parleurs électrodynamiques, depuis le

circuit magnétique, le saladier jusqu'à l'équipage mobile. Cette remise en cause est due à l'infatigable chercheur électro-acousticien, M. Gilles Millot dont la curiosité, toujours en éveil, lui a permis de s'intéresser à un projet de transducteur électrodynamique développé dès 2004 pour M. Bernard Richoux au sein de l'incubateur Emergence en collaboration avec %. Guy Lemarquand de l'Université du Maine. Cependant, entre les prototypes de laboratoire, la finalisation d'un système pour écoute domestique, puis les différents process de fabrication, la route fut longue, très longue, demandant près de 6 ans de recherches intensives, méticuleuses. En effet, la réalisation des transducteurs Acoustical Beauty relève entre autres de la maîtrise : des matériaux composites, des techniques de moulage, dans l'usinage de précision de terre rare, avant l'assemblage des pièces constitutives, elle est digne de l'horlogerie de haute complication.

Aussi, c'est avec un très grand intérêt que nous nous sommes rendus près de Château Du Loir dans l'unité de recherche, de développement, de production de Leedh avec pour guide Gilles Millot qui n'a pas hésité à nous révéler, avec un grand sens didactique, toutes les étapes de la réalisation d'une très grande complexité que l'on a peine à imaginer d'un simple coup d'œil aux formes hiératiques et filiformes de Leedh C (véritable œuvre d'art moderne).

Pour mieux appréhender la technologie que renferme cette unité d'exception, nous la passerons à la loupe, des pieds à la tête avec schémas et photos qui valent mieux qu'un long discours.

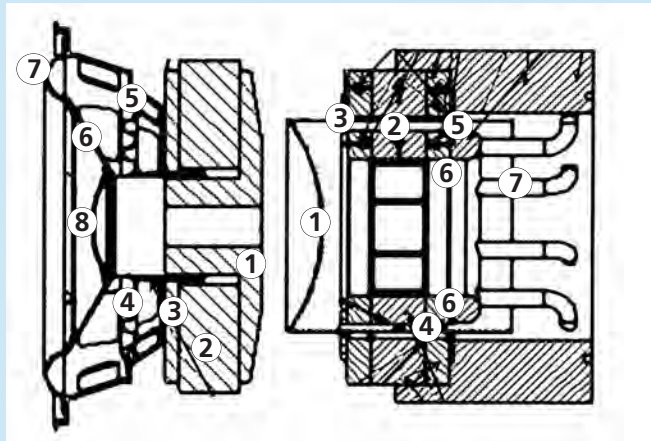
Le pied renfermant le filtre

Dans le pied triangulaire, solide de la plaque d'altuglass formant le socle est enfermé le circuit du filtre répartiteur assurant une transition extrêmement douce (1,5 dB/octave) autour de 200 Hz, évitant ainsi toutes sonorités bouchées dues aux rotations de phase. (La base de l'étude de ce filtre est la reconstitution d'un haut-parleur large bande, dans une configuration avec filtre bouchon en série).

Les composants ont été choisis avec un grand soin pour leurs influences sur l'écoute, self à air, capacités SCR à film métallisé, d'origine Mundorf pour les chimiques, résistances de faible tolérance. Afin d'éviter tous risques de vibrations parasites, le pied est entièrement amorti par du sable. De ce pied sont sous-tendues mécaniquement les deux tiges en fibres de carbone qui vont s'enficher à l'arrière de la bague support des deux transducteurs grave montés dos à dos, placés à 90° par rapport à l'axe médian. Ils rayonnent en phase et travaillent en push-push. A l'intérieur de ces tubes de carbone passent les câbles de liaison réalisés par du fil de cuivre non émaillé (ce détail est important) avec un seul conducteur respectivement pour le plus et le moins, l'isolation étant assurée par de la fibre de verre. L'écran contre les champs électromagnétiques est réalisé par de la tresse en carbone pur non imprégné. Ce câble expérimental a été mis au point par Leedh suite à de nombreuses heures d'écoutes comparatives. Il est amorti à l'intérieur des tubes carbone par du sable.

La section grave

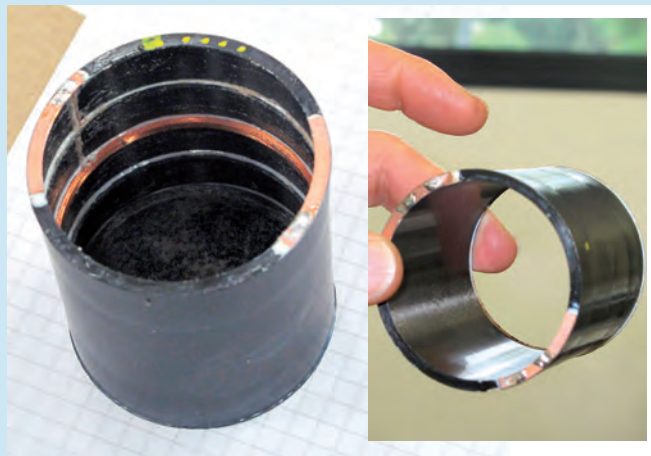
Elle est composée par deux modules transducteurs de haute définition montés de part et d'autre de la pièce de couplage mécanique centrale ainsi qu'indiqué plus haut.



Ci-dessus, comparaison entre les circuits magnétiques, pièces constitutives, équipages mobiles d'un haut-parleur conventionnel électrodynamique (à gauche) : 1 - Pièce polaire noyau en fer doux. 2 - Aimant ferrite. 3 - Pièce polaire supérieure. 4 - Spider. 5 - Saladier. 6 - Membrane. 7 - Suspension périphérique. 8 - Cache noyau. A droite, transducteur de haute définition Acoustical Beauty : 1 - Dôme inversé en carbone de 54 mm, de 120 µm d'épaisseur. 2 - Bobinage de la bobine mobile. 3 - Support long de bobine de l'équipage mobile. 4 - Bague ferro-magnétique. 5 - Joint ferrofluide. 6 - Bagues axiales usinées dans de l'aimant néodyme/fer/bore. 7 - Drain de décompression de l'accord.



Vue de détail des différents modules transducteurs du Concept Speaker Modèle C 1 - Tweeter avec dôme carbone de 2,5 cm de diamètre. 2 - Module grave-médium avec (3) diaphragme rayonnant en carbone de 5,4 cm et, à l'opposé, un transducteur muet à diaphragme annulaire fonctionnant en opposition de phase pour une référence mécanique absolue. 4 - Module de grave avec ses deux transducteurs fonctionnant en push-pull et montés à 90° par rapport à l'axe d'écoute.



Support de bobine avec les bagues de rigidification

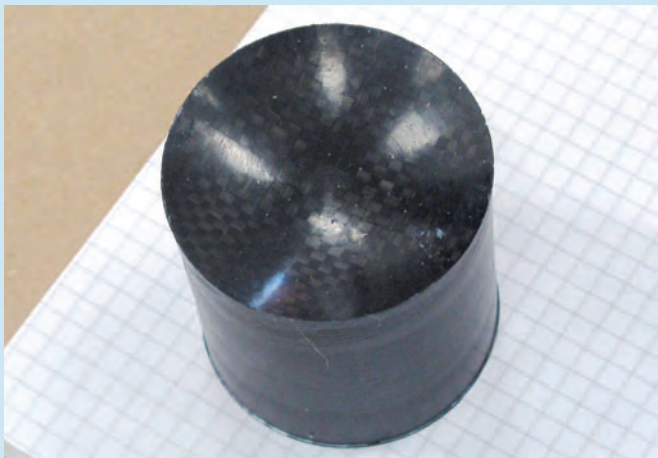
22 reportage



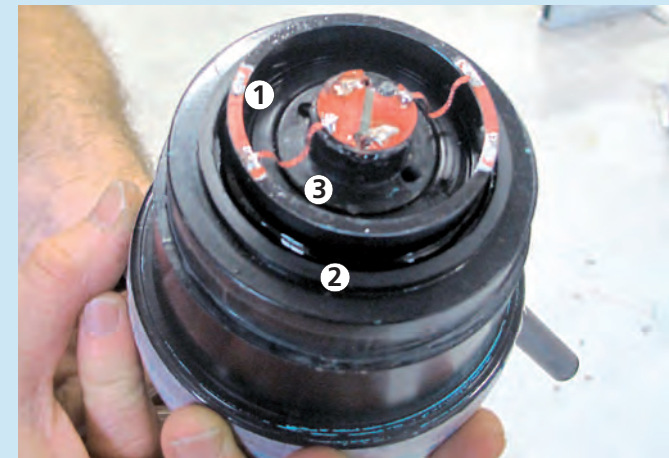
Les différents gabarits pour la réalisation des supports de bobine et des aimants. Pas moins de 5 kg d'aimant sont utilisés au total en terre rare néodyme/fer/bore.



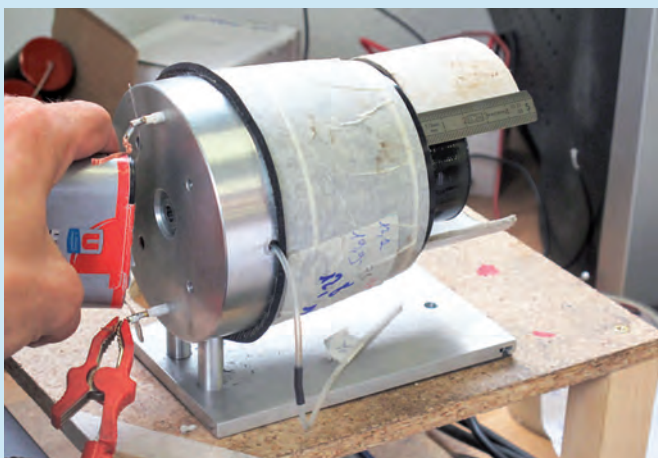
Assemblage des portions d'aimant néodyme pour la structure externe à la bobine mobile, une autre structure interne reçoit l'assemblage d'aimants magnétiques orientés radialement par secteur et axialement par bague



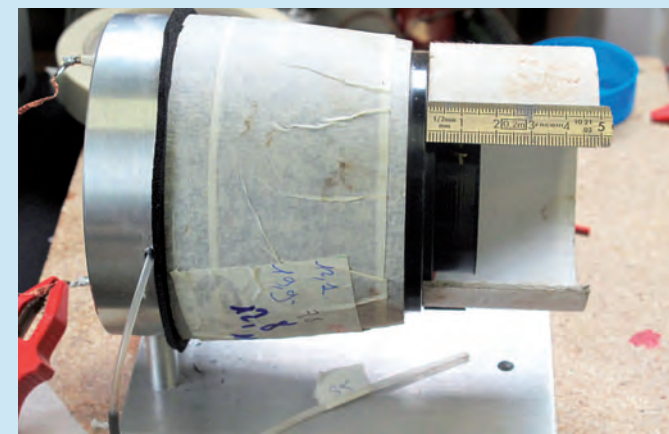
Le long support de bobine et le dôme en fibres de carbone assemblés. Un véritable tour de force technologie étant donnée la finesse de tressage du dôme concave carbone de seulement 120 μm d'épaisseur.



Vue ouverte du module médium côté transducteur muet (diaphragme annulaire 1) en opposition de phase avec, de l'autre côté, le dôme en carbone rayonnant vers l'extérieur. Le moteur sans fer se compose d'une structure externe (2) à la bobine et d'une autre structure interne (3).



Sur banc support de mesure, vérification de la polarité de l'un des transducteurs (protégés extérieurement pour éviter toutes rayures) (pièce en L en aluminium). Sur les côtés, les drains en plastique sont "accordés" individuellement pour assurer leur rôle de suspension acoustique correctement.



Vue de côté de l'un des transducteurs HD avec mesure de l'élongation maximale sans que l'équipage mobile sorte du champ optimal sur une excursion de ± 7 mm. L'excursion maximale est de ± 12 mm, au-delà de 10 mm, le champ que la bobine voit s'annule puis devient négatif au-delà jouant comme un limiteur électro-magnétique.

Ce montage faisant travailler les deux transducteurs en push-push entraîne des forces antagonistes qui s'annulent assurant une référence mécanique absolue (inertie tendant vers l'infini).

Autre trait de génie de ces transducteurs, leurs saladiers servent aussi de coffret et de volume de charge. Cette pièce, à la géométrie interne fort complexe et à la surface extérieure lisse comme un galet, sans aucun défaut d'aspect, est réalisée dans une pièce indépendante de celle du montage. Elle est obtenue par moulage (avec pompe à vide) d'un matériau semi époxy chargé de résine de silice. Il s'agit d'une opération délicate car, à l'intérieur, les diverses cavités concentriques doivent être d'un état de surface parfait afin d'assembler le circuit magnétique central et la bague magnétique axiale réalisés par l'assemblage de 8 secteurs d'aimants néodyme prémagnétisés. (Cet assemblage n'est vraiment pas une partie de plaisir car la puissance magnétique des segments de même pôle font qu'ils se repoussent énergiquement).

A signaler qu'au total ce n'est pas moins de 2,5 kg de circuit néodyme par système qui est utilisés.

Rappelons (voir schéma vue en coupe) qu'aucune pièce polaire en fer doux n'est utilisée (entraînant des problèmes de non linéarité, car la bobine mobile au cours de ses déplacements n'est pas dans un champ uniforme avec, par voie de conséquence, des taux de distorsion qui remontent énormément).

L'équipage mobile de chacun de ces deux modules est composé d'un dôme inversé de 5,4 cm de diamètre et de seulement 120 μm d'épaisseur (véritable prouesse technique qui a permis d'obtenir une très grande rigidité ainsi qu'une masse négligeable) collé à un support de bobine mobile très long sous forme d'un tube en fibre de carbone avec deux bagues de rigidification de part et d'autre, faisant aussi office de segments. Ce support est indéformable et sert aussi de radiateur à la bobine (température pouvant monter jusqu'à 80°). Les tolérances pour les jeux sont infimes car cette bobine coulisse entre deux tubes concentriques (constituant l'entrefer) avec bagues joints ferrofluides visco-élastiques qui assurent le rôle du spider de centrage fictif et de suspension périphérique.

Avec ce procédé, le long support de la bobine mobile peut effectuer des excursions linéaires sur ± 7 mm sans que le bobinage sorte du champ optimal avec une réduction drastique de la distorsion. Le rappel n'est pas dû à la souplesse mécanique en flexion ou extension d'un matériau élastique souple, mais basé sur le principe de la suspension acoustique avec protection électromagnétique (véritable arrêt en fin de course en cas de sur-excursion). Avec les phénomènes de compression et d'expansion de l'air, il a fallu au concepteur, pour équilibrer les pressions de part et d'autres, concevoir un réseau de capillaires dont les longueurs sont réglées individuellement au banc pour chaque module transducteur. Ce réglage est très important, nécessitant beaucoup d'attention, de minutie.

Il en va de même pour le bobinage de la bobine mobile qui nécessite avec les fils de liaison passant au centre, de vrais spécialistes ultra méticuleux.

La tête médium, avec en interne un transducteur muet

Le transducteur médium afin de créer un référence mécanique immuable dispose, à l'arrière de l'équipage mobile



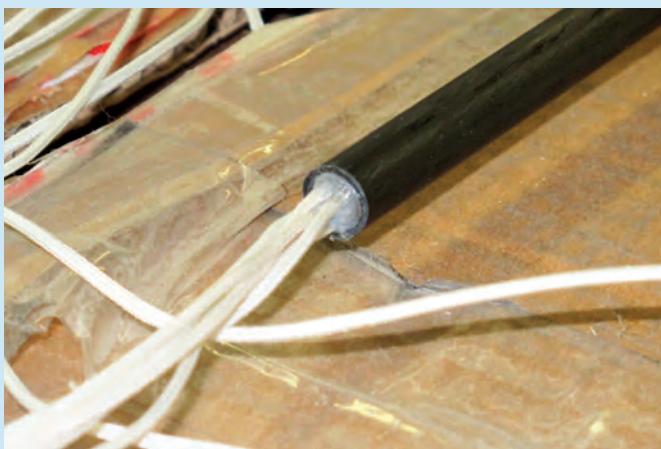
Une série de transducteurs HD avec leurs fiches et courbes de réponse individuelles avant l'assemblage



Assemblage des deux modules de grave en opposition formant un coffret saladier accueillant moteur et liaisons électriques.



Vue du tweeter de type hybride avec dôme de 2,2 cm de diamètre en fibres de carbone suspendu par un fin jonc élastique, le circuit magnétique est sans fer à partir de secteurs usinés directement dans le néodyme pour la bague centrale et celle périphérique. A noter le tube arrière fermé servant de chambre amortissante.



Passage de câbles de liaison dans les tubes supports en carbone



Vue des éléments du filtre logés dans le pied de la Leedh C. Le coffret renfermant le filtre servant de base est moulé dans l'usine.



En cours de montage, toute une série de Leedh C. Le nombre d'heures de main d'œuvre est impressionnant. Tout, dans les moindres détails, a été pensé pour assurer une excellente fiabilité jusqu'à l'emballage spécifique pour éviter toute casse. A la manière des sculptures de Giacometti, les Leedh C sont alignés avec, en arrière plan, l'homme "qui court" après le temps, Gilles Millot...

avant avec le dôme inversé rayonnant de 5,4 cm et sa longue bobine mobile montée à l'extrémité d'un axe concentrique avec diaphragme annulaire travaillant en opposition de phase dans un tout petit volume. Là aussi, on retrouve la présence de deux capillaires qui équilibrent les pressions de rappel. Ici aussi la maîtrise de l'assemblage de ces pièces mobiles nécessite calme et attention. Afin de ne pas avoir de déconvenues à la fin du montage du système, des contrôles à chaque étape de la réalisation des pièces constitutives (équipage mobile compris) sont effectués (assemblage, accords des divers capillaires avec courbes d'amplitude/fréquences, courbes d'impédance à l'appui).

Un tweeter hybride

Les harmoniques supérieures sont détaillées par un petit dôme de 2,2 cm de diamètre en fibre de carbone, solidaire du support de bobine mobile dans le même composite ultra rigide (très haut module 940 G Pascal). Par contre, le dôme est ici suspendu par un fin jonc élastique. Le circuit magnétique est aussi sans fer. Les secteurs sont directement usinés dans le néodyme pour former la bague centrale et celle périphérique. Un tube fermé sert de chambre amortissante à l'arrière. L'ensemble du tweeter vient se loger dans un cône inversé dans le même matériau (époxy chargé de résine sable) que les saladiers des transducteurs grave et médium.

Une fois l'assemblage terminé des Leedh C, un ultime contrôle individuel est effectué au banc des mesures (avec courbes amplitudes fréquences, courbe d'impédance), puis, écoutes individuelles en mono et par paire.

A ce sujet, les concepteurs ont réalisé un boîtier indépendant de couplage entre ampli et enceinte en parallèle avec le bornier de l'enceinte afin que la charge (câble compris) soit purement résistive et plus réactive.

A l'écoute, cela se ressent instantanément par un caractère encore plus ouvert, plus libéré sur fronts de montée des transitoires, avec une consistance des timbres encore plus marquée.

Ainsi que nous avons pu nous en rendre compte par rapport à des haut-parleurs électrodynamiques conventionnels, au sein de charges acoustiques closes, bass-reflex ou à pavillon, les systèmes Leedh C demandent à toutes les étapes de leur élaboration, une très grande précision de moulage, d'usinage, de contrôles, de beaucoup, une main d'œuvre hautement qualifiées.

Les matériaux utilisés sont aussi extrêmement onéreux (ne pas oublier les 2,5 kg d'aimant néodyme par enceinte !).

Etant donné les formes très particulières de la Leedh C, le conditionnement de l'emballage a nécessité beaucoup de réflexion dans la découpe des blocs de mousse polystyrène. Elles peuvent être expédiées dans le monde entier sans risque de casse, de rupture de la structure, même en laissant tomber le colis.

Nous ne pouvons que féliciter l'état d'esprit, la démarche novateurs de concepteurs de ces nouveaux transducteurs électrodynamiques qui apportent réellement des solutions aux problèmes de distorsions des haut-parleurs électrodynamiques conventionnels. Nous avons pu nous rendre compte de toutes les difficultés surmontées par l'équipe de Gilles Millot qui, avec pragmatisme, a su élaborer un procédé de fabrication de A Jusqu'à Z qui n'avait rien d'évident.

Par P. Vercher