

SOPRA

_____ N°1 - N°2 ...



FOCAL® est une marque FOCAL-JMLAB®



Focal-Jmlab® - BP 374 - 108, rue de l'Avenir - 42353 La Talaudière cedex - France
 Tel . +33 (0) 477 435 700 - Fax + 33 (0) 477 435 704 - © Focal-Jmlab 2015 - SCAB -150326/1

Focal®, Focal The Spirit of Sound®, Utopia®, Dôme®, Bird®, Electra, Chorus, Easys, Aria, Sib&Co, XS Book, XS 2.1, Spirit One S, Spirit Classic, CMS, SM6, SM9, Spirit Professional, DFS®, Elite, K2 Power, Utopia Be, Intégration, Plug&Play, Universal, Performance, Access, Expert, DSA 500 RT, "W", Gamma Structure, Focus Time, Power Flower, Be Tweeter, IAL2, IHL, NIL, TMD, Multiferrite, EM, MDS, Flax, Polyglass, OPC, Powerflow, Wall Boost Control, sont des marques ou marques déposées de Focal-Jmlab®.

Dans un but d'évolution, Focal-Jmlab® se réserve le droit de modifier les spécifications techniques et les prix de ses produits sans préavis.
 Les prix s'entendent à l'unité sauf mention contraire. Photos non contractuelles - Photos L'Atelier Sylvain Madelon.



SOPRA

_____ N°1 - N°2 ...



Sopra intègre 20 ans d'héritage technologique d'Utopia, avec une exigence esthétique de compacité

Sopra

L'innovation chez Focal va bien au-delà de la technologie. Notre obsession, c'est la finalité, la volupté du son dans sa richesse harmonique, sa pureté et sa précision vis-à-vis de l'œuvre musicale. Aussi nous ne cessons de nous concentrer sur notre cœur de métier, le haut-parleur, pour parfaire notre expertise et pour parvenir à nos fins...

En 1995, la première Grande Utopia a été imaginée comme un produit concept, un démonstrateur, servant à valider l'apport sur le plan de l'écoute de nouvelles technologies de haut-parleurs. Vingt ans après, Utopia est devenue une référence mondiale incontournable, saluée pour sa musicalité incroyable.

Ainsi nous avons pu apprendre, progresser en confrontant systématiquement toute nouvelle piste technologique à sa contribution à la qualité de l'écoute. Toutes ces briques technologiques, qu'il s'agisse de membranes (le sandwich "W" ou le Béryllium pur), de circuits magnétiques (les aimants multi ferrites, les woofers EM, les

tweeters IAL2) de filtres (circuit OPC+) ou encore de coffrets (structure Gamma) font parties de notre "patrimoine technologique". Aussi quand des avancées sont envisageables nous nous appuyons bien naturellement sur cet héritage que nous maîtrisons parfaitement et nous nous concentrons sur les nouveaux "plus" qu'il nous est possible d'apporter.

Le projet Sopra s'inscrit dans cette démarche avec une exigence esthétique de compacité que n'offrira jamais Utopia, déraisonnable par essence. Comme vous le découvrirez dans ces pages, Sopra incorpore des innovations majeures. Il est incroyable de découvrir comment le haut-parleur peut encore progresser grâce à l'apport des outils d'analyse numérique qui nous révèlent les plus intimes détails de son fonctionnement et nous aident à repousser les limites de la reproduction en termes de pureté, précision et richesse harmonique... "The Spirit Of Sound".



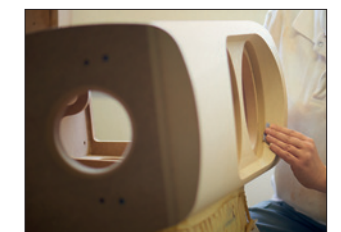
Sandwich "W"



Béryllium pur



Filtre OPC



Structure Gamma

Le savoir-faire unique en matière
de haut-parleur a valu à Focal
la reconnaissance prestigieuse
d'Entreprise du Patrimoine Vivant

L'Héritage du Haut-Parleur

Made in France



Entreprise
du Patrimoine
Vivant
L'excellence
des savoir-faire
français

Le haut-parleur, c'est la base de l'ADN Focal, la racine historique de notre métier faite de technologies, de mécanique et de matériaux sophistiqués. L'histoire Focal s'écrit chaque jour avec des hommes et des femmes dont le savoir-faire unique permet de repousser les limites de la reproduction du son. Nous sommes fiers d'avoir su conserver notre outil industriel, seule voie envisageable pour innover, enrichir nos savoir-faire et nos connaissances. Cela nous a valu une reconnaissance unique, celle d'être officialisée par l'État français comme une Entreprise du Patrimoine Vivant.

Tout le travail d'optimisation fait sur les transducteurs de Sopra, à partir de nos nouveaux outils de simulation numérique, en matière de circuit magnétique et de suspension périphérique, ne pouvait s'envisager sans l'outil industriel. En effet, des centaines de prototypes ont dû être réalisés pour valider nos solutions.



Assemblage du nouveau médium Sopra sur notre chaîne de fabrication Ariane. Sur cette chaîne basée sur le "lean manufacturing", chaque opérateur est hautement qualifié, il a une totale maîtrise du processus du début jusqu'à la fin.

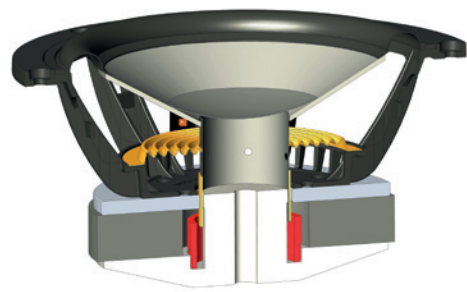
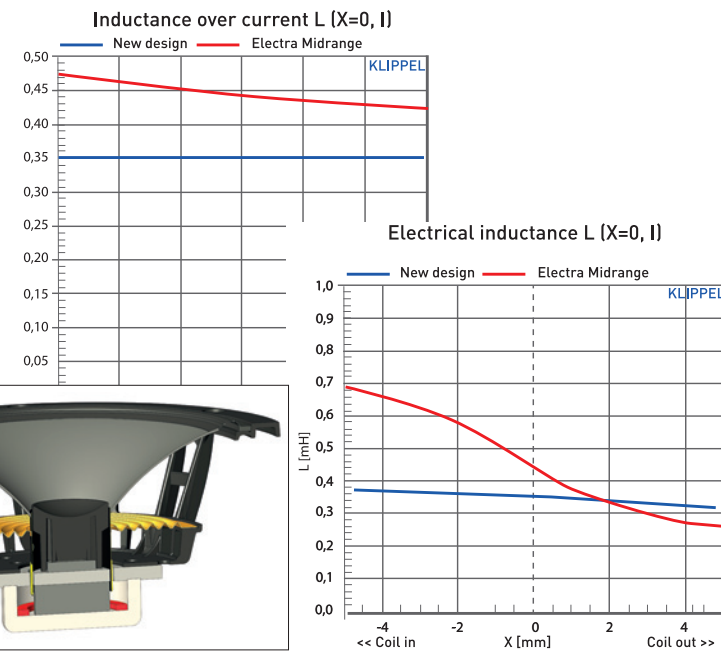
NIC Neutral Inductance Circuit

Stabiliser le champ magnétique

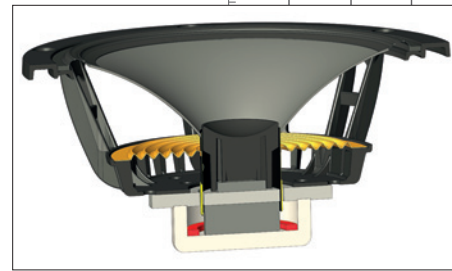
De la stabilité du champ magnétique dépend la précision et le détail de la reproduction

Depuis l'origine, nous nous sommes toujours intéressés aux circuits magnétiques qui sont une dimension essentielle du haut-parleur. Ces dernières années, après avoir repoussé les limites avec des dispositifs à électro-aimant (technologie EM appliquée sur la Grande Utopia EM et Stella Utopia EM) nous avons pris conscience qu'au-delà de l'intensité du champ magnétique et de son homogénéité dans l'entrefer, il y avait une dimension dynamique que nous ne contrôlions pas ! Le champ magnétique, quelle qu'en soit son intensité, varie. Il n'est en effet pas stable, car il est modulé par trois facteurs : le déplacement de la bobine (loi de Lenz), le courant la traversant (courant de Foucault) et enfin la fréquence. Par conséquent, la bobine, et donc l'équipage mobile, vient prendre appui sur un champ magnétique, devenant alors "élastique" ce qui se traduit au final, par une perte de précision ; à l'image d'un léger flou de bouger avec un appareil photo. Un obstacle à la très haute-définition.

Un travail de recherche entamé il y a trois ans a abouti au développement d'un logiciel de simulation qui a permis de visualiser ces interactions complexes. Il nous a ouvert la voie du développement d'un circuit magnétique d'une stabilité incroyable. La solution réside dans une bague de Faraday - une technique bien connue revisitée à l'aide des outils de simulation moderne - dont les dimensions, la matière et le positionnement ont pu être optimisés, chose impensable il y a encore trois ans. Le champ magnétique devient alors insensible à la position de la bobine, à l'intensité et à la fréquence du courant la traversant. Un gage de très haute-définition.



En rouge, la bague de Faraday sur un woofer de Sopra n° 2. Sa matière, son dimensionnement et sa position ont été optimisés grâce à notre logiciel de simulation. Le résultat est impressionnant, conciliant rendement et contrôle du grave, quelle que soit la position de la bobine dans l'entrefer.



Mesure effective faite sur analyseur Klippel pour un médium de 6" : courbe bleue avec le nouveau circuit "NIC" (bague rouge sur la vue en coupe) et courbe rouge avec médium de 6" conventionnel à moteur ferrite. En haut, variation de l'inductance en fonction du courant traversant la bobine variant selon le message musical. Stabilité totale du circuit "NIC". En bas, variation de l'inductance en fonction de la position de la bobine dans l'entrefer. Le résultat est spectaculaire.



Analogie visuelle des perturbations magnétiques



Sans bague de Faraday



Avec bague de Faraday conventionnelle

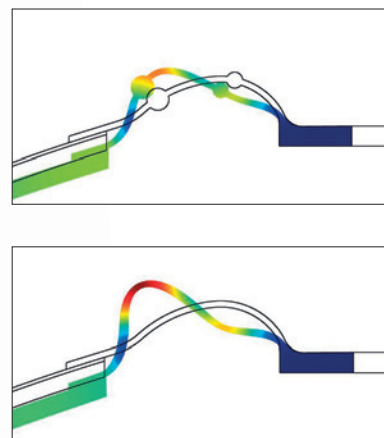


Bague de Faraday Focal

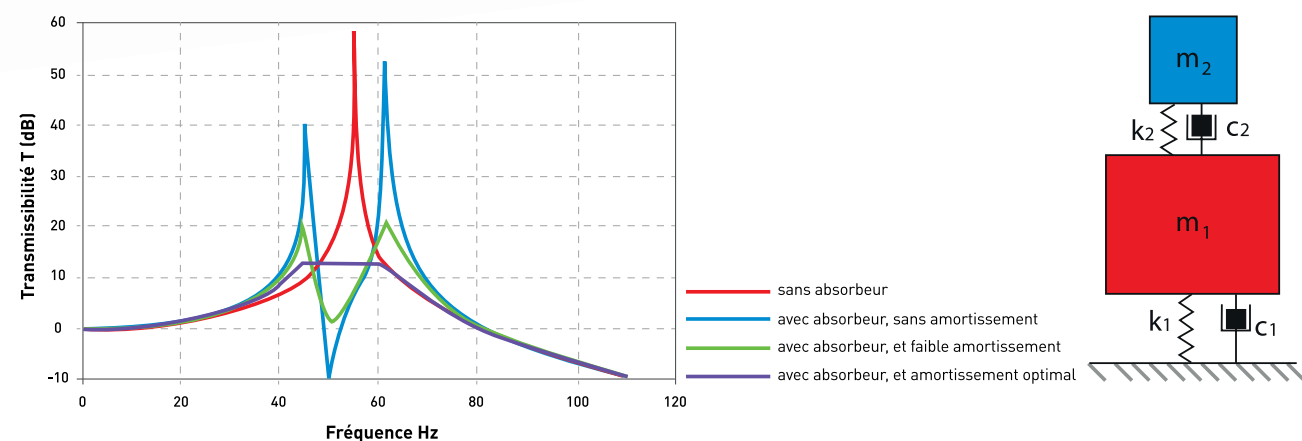
Les variations liées à la position de la bobine et du courant la traversant dans un circuit conventionnel se traduisent par un flou.

La technique de la bague de Faraday est connue, elle améliore la définition, mais par contre il y a perte de dynamique / contraste.

Notre nouveau logiciel de simulation réunit le meilleur des deux mondes : très haute-définition et dynamique / contraste.



Deux "bourrelets" circulaires moulés dans la masse de la suspension constituent notre amortisseur harmonique (TMD). Solution simple, mise au point grâce à notre nouveau logiciel, elle stabilise le comportement de la suspension à la résonance et évite ainsi les déformations du cône sans pénaliser la dynamique.



Le principe de l'amortisseur harmonique "TMD" est précisé sur le graphe de gauche. En rouge, un système m_1/k_1 avec une résonance très marquée. L'ajout d'un dispositif masse-ressort m_2/k_2 (partie supérieure du schéma central) aura un comportement présentant deux pics de résonance comme sur la courbe bleue. Le creux ou anti-résonance étant préalablement calé sur la résonance du dispositif principal nous obtenons la courbe verte et enfin, en dosant judicieusement l'amortissement, nous aboutissons à la courbe noire. La résonance a pratiquement disparu !

TMD Tuned Mass Damper

L'obsession du médium

Le registre médium est sans doute le plus complexe à maîtriser dans un système acoustique. D'une part, il doit assurer une jonction harmonieuse en énergie avec la voie grave. D'autre part, il doit se raccorder en cohérence avec le tweeter en termes de dispersion et d'accélération. L'homogénéité des timbres et la spatialisation en dépendent. Avec un médium de 15 cm (6") qui satisfera la première exigence vis-à-vis du grave, la difficulté se retrouve sur le second point, la liaison avec le tweeter. Nous avons travaillé ces vingt dernières années à maîtriser le "break up", des cônes (fréquence à laquelle la membrane se déforme et engendre des distorsions) avec notre sandwich "W" de 3^e génération et à abaisser drastiquement la résonance du tweeter avec l'IAL 2.

Le médium Sopra avec son nouveau circuit magnétique et sa suspension TMD apporte un réalisme incroyable

Nous pouvons aller encore plus loin aujourd'hui grâce à la puissance de l'analyse numérique par éléments finis. Nos équipes ont développé un outil de simulation pour visualiser le comportement en dynamique de la suspension qui assure la liaison du cône avec le saladier, révélant ainsi les dysfonctionnements sur lesquels progresser. Restait à imaginer un dispositif pour les maîtriser. Les solutions connues pour augmenter l'amortissement de la suspension conduisent à augmenter la masse et altèrent par conséquent la définition.



La réponse a été trouvée avec une technique employée dans les systèmes antisismiques pour les gratte-ciel et que l'on retrouve aussi dans les suspensions de véhicule de compétition ! Il s'agit de la technique "Tuned Mass Damper" : une masse additionnelle vient osciller en opposition à la résonance pour la contrôler. Appliquée au haut-parleur, la solution consiste tout simplement en deux "bourrelets" judicieusement dimensionnés et positionnés sur la suspension. Cette innovation fait l'objet d'un brevet.

Ayant éliminé à la source les distorsions, nous avons opté pour un cône à forme exponentielle afin d'étendre sa réponse en fréquence et donc sa réponse impulsionnelle. Autre argument pour augmenter encore la définition.

IHL Infinite Horn Loading

Tirer tout le profit du tweeter Béryllium



Notre tweeter Béryllium possède un dôme d'une incroyable légèreté et d'une extrême rigidité. Sa principale limitation provient de la compression de l'air dans la cavité arrière. Idéalement, pour s'affranchir de cette limitation, il faudrait disposer d'un volume quasi infini. L'exigence de compacité pour Sopra nécessitait d'utiliser le volume maximal

L'exigence de compacité pour Sopra imposait de penser différemment la charge du tweeter

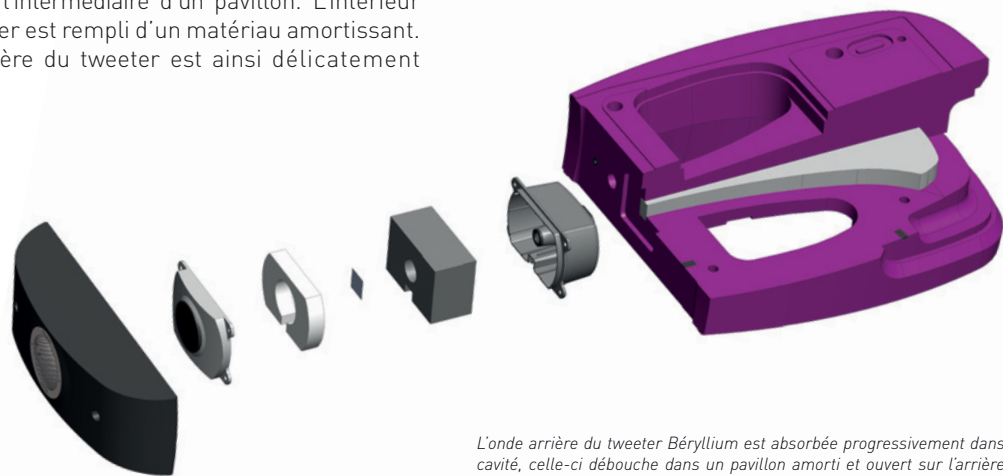
du coffret pour le grave. Nous devons explorer de nouvelles voies pour charger le tweeter, ce qui nous a amené à imaginer le système IHL (Infinite Horn Loading). Ce dispositif fait l'objet d'un brevet.

L'arrière du tweeter Béryllium est chargé par une petite cavité qui communique avec l'extérieur du coffret par l'intermédiaire d'un pavillon. L'intérieur de ce dernier est rempli d'un matériau amortissant. L'onde arrière du tweeter est ainsi délicatement

et progressivement absorbée. Son impédance acoustique tend vers zéro de sorte qu'aucune résistance ne vient altérer les déplacements du dôme. La définition est poussée à son maximum.

L'avantage de cette géométrie est de n'affecter que très faiblement le volume interne du coffret. Nous pouvons ainsi tirer le meilleur parti des woofers pour maximiser les performances du grave, avec un positionnement idéal du tweeter, et ce, dans une enceinte aux dimensions raisonnables.

Par ailleurs, nous nous devons d'isoler le tweeter de toute vibration parasite. Le support tweeter est réalisé dans une pièce monobloc en polyuréthane injecté offrant masse et amortissement optimal dans un volume maîtrisé.



L'onde arrière du tweeter Béryllium est absorbée progressivement dans une première cavité, celle-ci débouche dans un pavillon amorti et ouvert sur l'arrière de l'enceinte. Aucun retour ne vient brouiller la définition incroyable du Béryllium.



Design

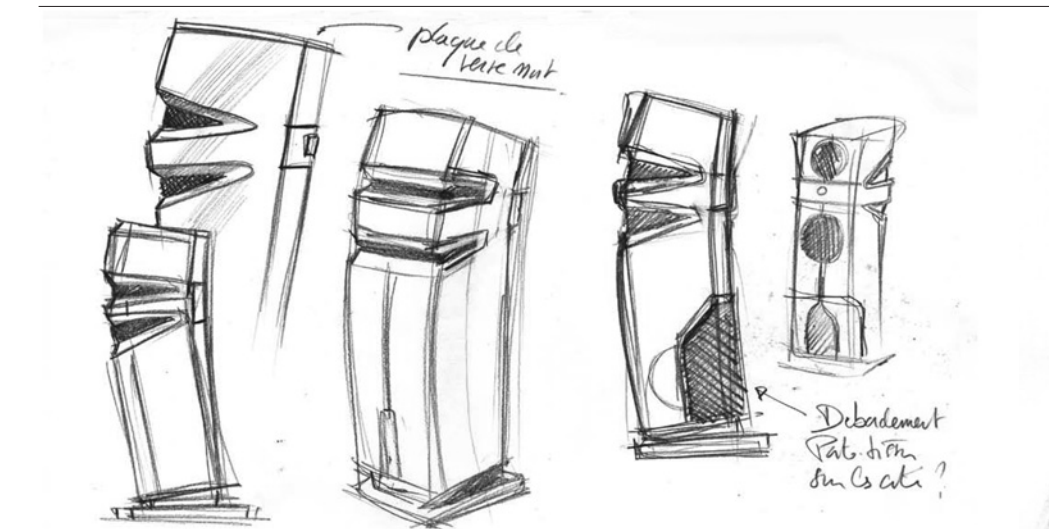
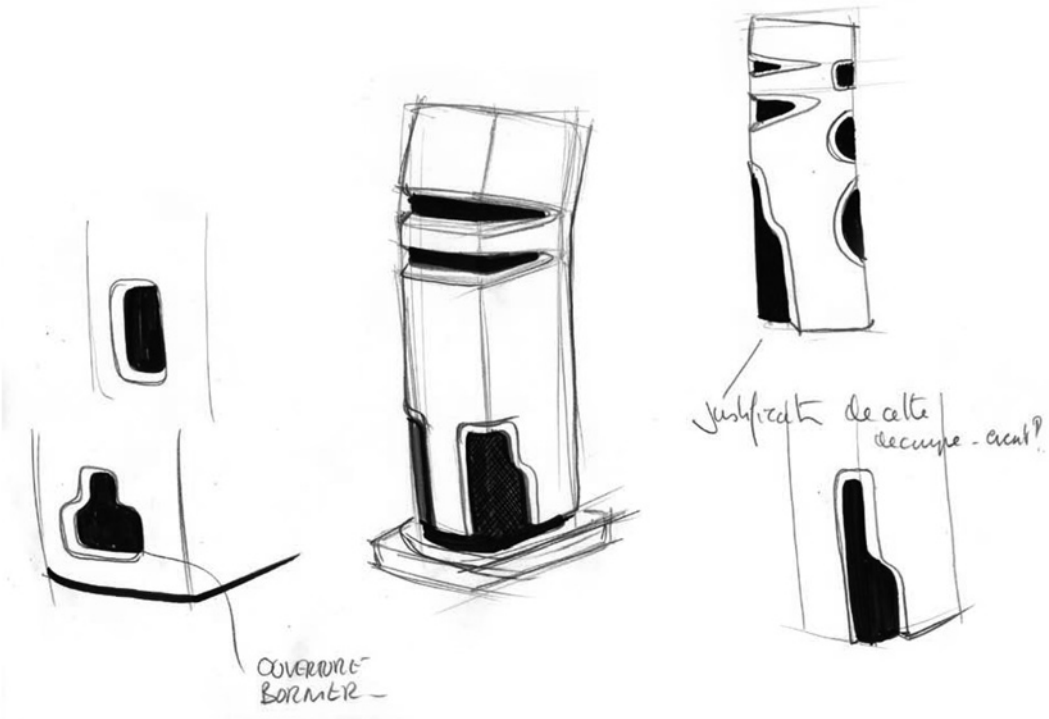
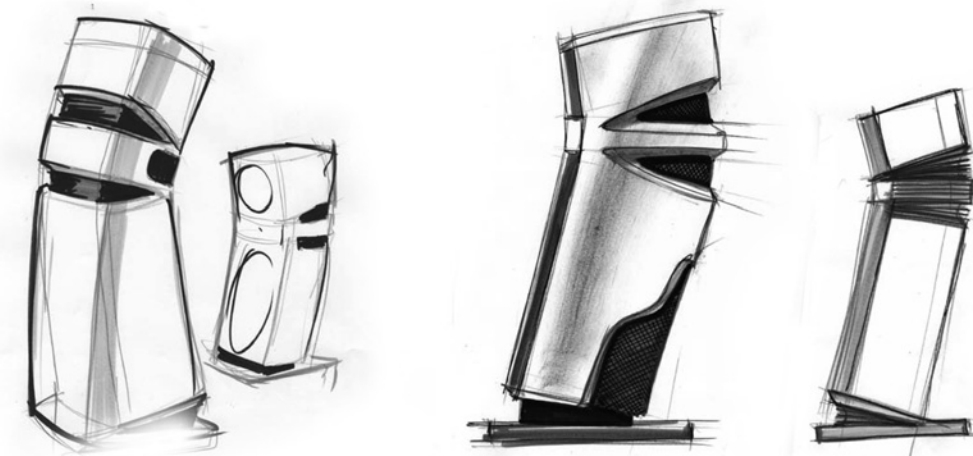
L'objectif premier au plan design a été de travailler sur des proportions qui allient grande compacité et exigences de volume minimal pour un grave de très haut niveau. Pour des raisons évidentes de spatialisation, la position du tweeter sur un plan horizontal devait se situer à hauteur d'oreille d'un auditeur assis avec un maximum de 1 mètre, et donc en dessous de la voie médium. Un alignement "Focus Time" (équidistance des sources vis-à-vis de l'auditeur) s'imposait, principalement pour la plus grande colonne.

Cependant pour cette dernière, la partie basse n'apportait pas le volume requis en restant sur une empreinte au sol acceptable. Nous devions aller chercher du volume jusqu'à la partie supérieure, le médium pouvant se satisfaire d'un volume qui n'aille pas jusqu'à l'arrière de l'enceinte.

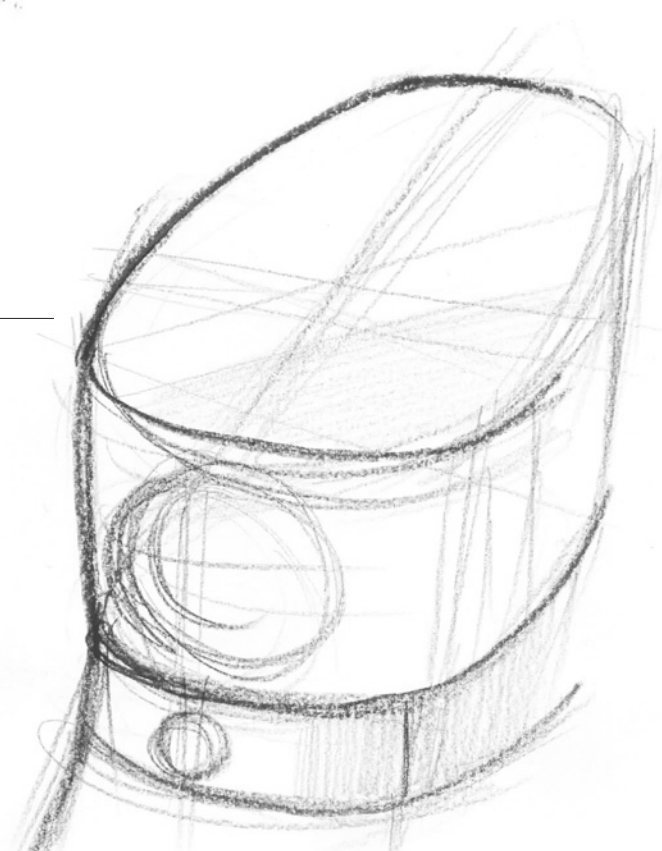


Nous devions "traverser" la section tweeter. Le dispositif "IHL", décrit précédemment, apportait la solution offrant ainsi deux larges ouvertures pour aller chercher le maximum de volume jusqu'à l'arrière du médium.

La section tweeter en polyuréthane injecté à très fort amortissement isole le tweeter des vibrations du grave et protège également le médium. Cette section participe à une grande rigidité de la structure globale afin de palier à toute perte de précision. Enfin, elle apporte la signature visuelle unique du design Sopr.



"La ligne Sopr est destinée aux audiophiles les plus passionnés. À ce niveau d'exigence, le design doit apporter des réponses qui vont bien au-delà de l'esthétique et de la forme. C'est un véritable travail de design industriel, qui doit se mettre au service des acousticiens, favoriser la performance, tout en conciliant les qualités attendues d'un objet qui va s'intégrer dans des intérieurs et des décorations très soignés. Dès les premières esquisses, nous avons voulu faire évoluer ce qui fait l'identité formelle des enceintes Focal : une section trapézoïdale, une forte signature de la zone tweeter, les angles des caissons pour la convergence acoustique (le "Focus Time"), etc. Autant de points forts inhérents à la marque dont il fallait amplifier l'évidence, en actualiser les codes, oser aussi en inventer de nouveaux, tout en respectant les avancées techniques voulues par la R&D. A ce titre, Sopr a été une collaboration exemplaire entre les ingénieurs et les designers de Focal, qui a duré plus de trois ans..."



... L'architecture même de *Sopra* est articulée autour de la pièce intermédiaire, qui, au-delà de la signature très forte qu'elle apporte à la gamme, constitue un élément structurel contribuant à plusieurs solutions techniques.

Réalisé en injection polyuréthane, cet élément permet d'incliner les caissons hauts et bas pour le "Focus Time" (la convergence acoustique des voies). Il offre également la liberté nécessaire aux acousticiens pour tous les perfectionnements apportés au traitement des aigus (décompression, débaflage...). Enfin, il optimise le volume alloué aux médiums tout en préservant la compacité, et contribue à la très grande rigidité de l'ensemble.

De fait, la compacité et l'harmonie des proportions de cette ligne ont fait l'objet de recherches très poussées. Comment concilier les volumes requis par les études acoustiques et des dimensions acceptables dans des intérieurs contemporains ?

Au-delà des modélisations 3D, de nombreuses maquettes et prototypes à l'échelle 1 ont permis d'affiner les volumes puissants mais toujours équilibrés et "intégrables" que nous souhaitons.

Un effort particulier a également été apporté à la netteté de la face avant et notamment dans la zone autour des haut-parleurs, dans les poursuites du travail effectué sur la ligne *Aria*. Nous voulions célébrer et mettre en valeur le cœur du savoir-faire de Focal, mais aussi lisser et gommer toute aspérité nuisible aussi bien pour l'acoustique que pour l'apparence.

Les porte-tissus sont affleurants et les finitions laquées offrent la possibilité d'un traitement uniforme pour chaque côté de l'enceinte, et, dès le début de l'étude, nous avons conçu cette ligne pour offrir une multiplicité de combinaisons de couleurs et de matières.

Un vrai challenge pour la fabrication dans notre usine d'ébénisterie à Bourbon-Lancy.

Le noir minéral, l'acier brossé et les gris sombres texturés s'associent aux laques ou aux bois satinés.

La ligne d'ensemble de *Sopra* est délibérément épurée, mais offre aussi à l'amateur la jubilation de nombreux détails à découvrir. Une grille au motif en treillis dynamique vient dorénavant protéger et signer le tweeter Beryllium. Ce même motif est repris sur la plaque arrière courbe qui obture la pièce intermédiaire.

Le dessin du bornier, les écrous à ailettes et les pointes réglables sont spécifiques. Les quelques vis volontairement apparentes ont été dessinées spécialement pour *Sopra* et sont fabriquées par des spécialistes de l'horlogerie.

Dans la poursuite d'*Utopia* et de toutes les enceintes Focal, le design de *Sopra* est véritablement le fruit d'une collaboration très étroite entre designers et ingénieurs, une quête passionnée visant la conciliation de contraintes complexes, d'expériences et de solutions innovantes et sophistiquées. Tout cela doit finalement presque disparaître, et laisser place à une évidence, une simplicité immédiate pour le plaisir et la pureté d'écoutes inoubliables."

Adrien Pineau



Sopra n°2 finition "Carrara White"



Avec Alain Pineau,
en charge du design,
la signature
Sopra s'est très
vite imposée: un
mariage de force,
de compacité
et de modernité.

Maîtrise des coffrets



La face avant reprend le principe "Gamma Structure", de 69 mm d'épaisseur usinée dans la masse d'un sandwich de MDF. Elle apporte par sa densité l'inertie nécessaire afin d'offrir un référentiel mécanique inerte pour une définition optimale.

L'intérieur du coffret n'offre aucune paroi parallèle dans le sens latéral, de petits résonateurs d'Helmholtz ont été ajoutés dans la partie inférieure pour pallier à aux ondes stationnaires dans le sens vertical. Les coffrets Sopra sont réalisés dans les ateliers de notre ébénisterie de Bourbon-Lancy avec les mêmes process de fabrication que pour Utopia.

Pour la base de l'enceinte, nous avons retenu le verre comme matériau afin d'offrir un couplage au sol, au travers des pointes, avec la plus haute vitesse de propagation possible, éliminant ainsi tout effet de halo dans le grave.





Sopra n°1 et Sopra n°2 finition "Carrara White"

Sopra n°1

Compacte et musclée, Sopra n°1 est un condensé technologique. Avec le circuit magnétique "NIC", la suspension "TMD" du woofer-médium et la charge par pavillon "IHL" du tweeter, elle est un véritable "démonstrateur" de l'apport à la qualité de l'écoute des technologies initiées sur Sopra.

En premier lieu, le niveau de distorsion très bas confère une pureté incroyable à l'écoute avec une définition très poussée et une spatialisation spectaculaire propre aux enceintes bibliothèque...

Cependant, au-delà de cette séduisante première impression, ce qui frappe est la texture et le moelleux de la matière sonore. Il y a "de la chair", le son est pulpeux avec un registre grave plein et articulé. La précision n'est pas factice (pas seulement limitée aux seules fréquences élevées). La cohérence globale et la richesse harmonique apportent une étonnante compréhension de la musique.

Idéale pour des salons de dimensions modestes, inférieure à 25 m², Sopra n°1 est capable de remplir des espaces allant jusqu'à plus de 50 m². Aidée par une sensibilité élevée et une excellente tenue en puissance Sopra n°1 est un véritable petit monitor domestique.

Le pied qui lui est associé a été pensé pour évacuer vers le sol les vibrations parasites du coffret évitant ainsi toute coloration. Une ossature en acier à l'intérieur du mât, couplée via la base en verre de 19 mm d'épaisseur aux quatre pointes ajustables en inox, procure une vitesse de transmission très élevée. Celle-ci est la garante d'une extrême netteté de la reproduction.



Sopra n°1 finition "Carrara White"

Sopra n°2

Sopra n°2 inaugure clairement une nouvelle voie dans le "Premium High End" en prenant en compte de nouveaux critères de performances. Compacité, modernité, pureté du design, personnalisation, autant de points essentiels pour une intégration harmonieuse dans nos intérieurs. Cette orientation nous a conduit tout naturellement à de nouvelles exigences en matière de transducteurs avec les innovations majeures décrites dans les pages précédentes.

Équipée du meilleur médium jamais développé par Focal, avec les technologies "NIC" et "TMD", Sopra n°2 repousse les limites de la reproduction en termes de transparence sonore dans une enceinte au volume très contenu. En effet, à la différence d'Utopia, déraisonnable par essence, où le volume n'est en rien une contrainte, Sopra vise une compacité maximale pour aider à l'intégration dans des séjours aux dimensions réalistes.

Le registre grave confié à deux woofers de 18 cm (7") dotés de circuits magnétiques "NIC" bénéficie d'un volume conséquent grâce à la configuration "IHL" du tweeter autorisant une exploitation maximale de la capacité du coffret. De plus, la structure Gamma de l'ébénisterie, avec sa face avant de 69 mm d'épaisseur, apporte une inertie remarquable pour un tel volume. Avec ses 55 kg Sopra n°2 n'a rien à envier aux concurrents plus volumineux... Masse et compacité sont ainsi harmonieusement conciliées pour offrir un grave d'une densité et d'une articulation impressionnante.

Ce contrôle remarquable du grave facilite l'intégration de Sopra n°2. Parfaitement à l'aise dans des salons de moins de 30 m², elle s'adaptera

également à de plus larges volumes allant jusqu'à 70 m². L'attention portée à la qualité de l'amplification et à la précision du positionnement est essentielle pour tirer tout le potentiel de Sopra n°2 ; La résolution étant telle que l'obtention d'une spatialisation holographique requiert un tel soin.

Pureté des timbres, précision de la scène sonore et richesse harmonique seront alors au rendez-vous pour une expérience intensément émotionnelle. Conjuguant compacité, design résolument moderne, innovations transducteurs majeures, Sopra n°2 définit clairement le nouvel archétype de l'enceinte acoustique Premium d'aujourd'hui.



Sopra n°2 finition "Carrara White"



Sopra n°2 "Electric Orange" finish



Concentré d'innovations

Nouvelle Architecture

- 1 > Gestion des volumes originale autour du module tweeter pour concilier qualité de grave et compacité

Innovations transducteurs brevetées

- 1 > "IHL*" : configuration inédite de la charge tweeter pour une extrême compacité
- 2 > "NIC*" & "TMD" : raffinement du médium dans l'ADN du son Focal
- 3 > "NIC*" : densité et contrôle du grave impressionnant

Des drivers d'exception

- 4 > Héritage de 35 ans d'innovation continue "Made in France" : Membranes W pour les registres grave et médium.
- 5 > Béryllium pur pour l'aigu
Ils intègrent les toutes dernières innovations exclusives Focal "NIC*" & "TMD"

Code du Premium contemporain

Par le choix des matériaux et des finitions :

- 1 > Module tweeter polyuréthane monobloc noir mat
- > Grilles à géométrie progressive
- 6 > Dessus et base en verre
- > Coffret laqué

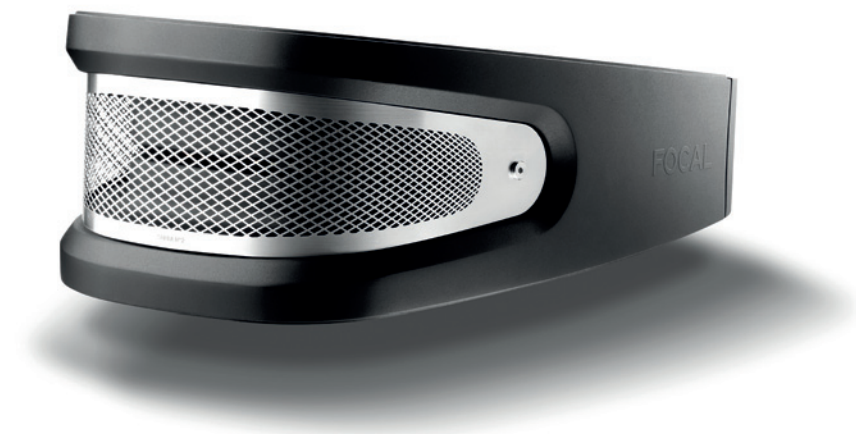
Une forte identité

- 1 > Le "Focus Time" construit autour du module tweeter, avec son échappement "IHL" arrière, aligne les sources en direction de l'auditeur.

*Brevets en cours

Un objet statuaire moderne

La technologie est harmonieusement intégrée. Simplicité et compacité sont conjuguées pour une intégration réussie dans les intérieurs actuels.





Sopra n° 2

Sopra n° 1

Type	Colonne 3 voies Bass-reflex	Bibliothèque 2 voies Bass-reflex
Haut-parleurs	2 x Grave "W" 18 cm Médium "W" 16,5 cm avec suspension "TMD", moteur "NIC" Tweeter "IHL" à dôme inversé en Béryllium pur de 25 mm	Grave-Médium "W" 16,5 cm avec suspension "TMD", moteur "NIC" Tweeter "IHL" à dôme inversé en Béryllium pur de 25 mm
Réponse en fréquence (+/- 3 dB)	34 Hz - 40 kHz	45 Hz - 40 kHz
Réponse à - 6 dB	28 Hz	41 Hz
Sensibilité [2,83 V / 1 m]	91 dB	89 dB
Impédance nominale	8 Ohms	8 Ohms
Impédance minimale	3,1 Ohms	3,9 Ohms
Fréquences de filtrage	250 Hz / 2 200 Hz	2 200 Hz
Puissance ampli recommandée	40 - 300 W	25 - 150 W
Dimensions [H x L x P]	1 190 x 358 x 540 mm	425 x 279 x 396 mm
Poids (unité)	55 kg	19 kg (pied : 18,5 kg)

Finitions Standards laquées (face + joues)



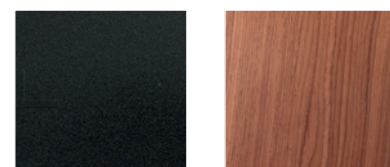
Carrara White

Black Lacquer

Imperial Red

Electric Orange

Finition Standard placage bois



Graphite Black (face)

Dogato Walnut (joues)