

Le mystère de la "musicalité"

Réalités et recherche des meilleurs compromis "raisonnables".

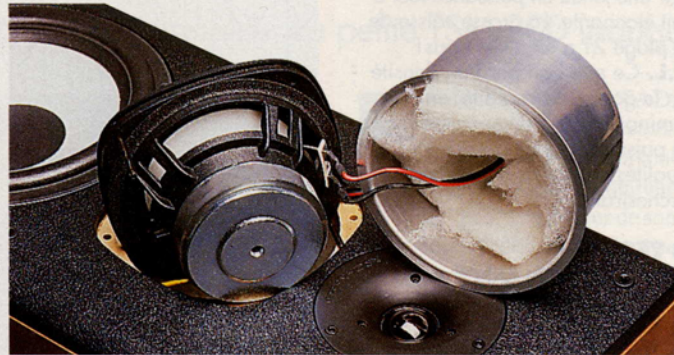
Les enceintes acoustiques modernes affichent dans la majorité des cas, du moins sur papier, des performances qui pourraient sembler suffisantes pour restituer dans leur intégralité, toutes les formes possibles de sons : réponse en fréquence étalée entre 20 à 30 Hz et 20 kHz, faible directivité, réponse en phase correcte, faible taux de distorsion par harmoniques, par intermodulation, à faible comme à fort niveau, courbe d'impédance proche d'une charge résistive, réponse en régime transitoire parfaite, tenue en puissance et rendement élevés, caractéristique de transfert puissance électrique admise/puissance acoustique délivrée linéaire, ébénisterie parfaitement inerte, sans effets de bords, avec charge dépourvue de vibrations parasites et d'ondes stationnaires.

Face à ces exigences, notons qu'il n'est mentionné ni la taille, ni le poids, ni le prix d'une enceinte qui atteindrait réellement ce niveau de perfection. La réalité du marché nous montre que ces trois paramètres sont pourtant ceux qui conditionnent les performances de la majorité des produits du marché. L'enceinte de l'An 2000 doit avant tout être compacte, de poids et de prix modérés. Pour le concepteur d'enceintes, la prise en compte de ces restrictions réduit considérablement son champ d'action, en limitant les performances d'ensemble.

L'importance de l'équilibre spectral

La "loi des 400 000" dont on parlait tant autrefois est passée de mode, ou presque. En écoutant certains vieux postes de radio, on est parfois surpris de leur excellente sonorité malgré des défauts évidents de réponse en fréquence peu linéaire.

Si la loi des 400 000 est purement empirique, des recherches plus



avancées en psychoacoustique ont permis d'établir des bandes passantes types correspondant à un équilibre tonal satisfaisant bien qu'entraînant, sur les bandes étroites, une perte de fidélité subjective, soit 0° pour une bande étalée entre 20 Hz et 20 kHz. On s'aperçoit avec surprise qu'une coupure basse située à 70 Hz, cas d'un grand nombre d'enceintes, nécessite une coupure haute limitée à 12 kHz pour assurer un équilibre spectral subjectivement satisfaisant. En relevant la coupure basse à 270 Hz, la coupure haute devrait passer à 3 kHz pour assurer un équilibre tonal correct. On est alors proche de la bande passante "téléphonique" étudiée en fait pour préserver sur la voix un timbre correct malgré une perte de fidélité subjective de 60 %. Ne cherchons pas plus loin, l'équilibre tonal montant, "tiré vers le haut" d'un assez grand nombre d'enceintes provient du non respect de cette règle fondamentale. Mais les choses ne sont pas si simples, car il est à parier qu'en proposant une enceinte dont la bande passante "utile" serait comprise entre 80 Hz et 9 kHz, entraînant une perte de fidélité subjective de 6 %, le facteur d'enceintes concerné n'aurait sans doute aucune chance de succès. En effet, les genres musicaux les plus couramment écoutés contiennent, ce qui n'était pas le cas autrefois, une enveloppe spectrale riche dans les registres de médium et d'aigu : percussions, rythmes, sons synthétiques. Trop

les atténuer serait donc mal venu... Les remarques faites ci-dessus retiennent en revanche l'attention sur un détail important : en restituant sans atténuation la bande de fréquences comprises entre 20 et 80 Hz, les tweeters pourraient du même coup s'exprimer librement jusqu'à 20 kHz, la perte de fidélité subjective passerait de 6 % à 0° et l'équilibre tonal deviendrait parfait. Cela montre l'importance qu'il faut attacher à une bande de fréquence où le caisson de grave a son rôle à jouer. Là encore, on trébuche sur le sempiternel problème du prix et de la taille, vu qu'une bonne majorité de caissons de grave ne peut réellement reproduire, mesures à l'appui, qu'une bande de fréquences culminant vers les 60 à 70 Hz et chutant très rapidement en deçà.

Le mystère du "son musical"

Si la bande passante et l'équilibre spectral sont des paramètres essentiels qui conditionnent la fidélité d'un timbre, ils ne sont pas les seuls car bien d'autres interviennent dans le résultat final. Ceux qui ont une importance majeure sont la dynamique, la tenue en puissance élevée sous un faible taux de distorsion, la faible directivité ou la directivité bien contrôlée. Leurs valeurs individuelles, jamais semblables d'une enceinte à l'autre, sculptent la personnalité sonore de chaque enceinte en produisant en régime musical une sonorité,

un timbre qui leurs sont propres. Malgré bien des déficiences et des imperfections, l'oreille est d'une sensibilité redoutable. Il faut "sortir des mesures battues", s'aventurer dans des méthodes de mesure atypiques pour révéler des formes de distorsion dont la corrélation avec l'écoute semble fondée. L'étendue de la plage dynamique en fonction de la fréquence, basée sur des signaux transitoires est à ce titre un test révélateur. Son intérêt a été mis en valeur par M. Kuriyakawa des laboratoires Toshiba en 1979. Du même coup, certains tweeters, excellents en apparence car linéaires jusqu'à 25 kHz n'offraient parfois, sous cette condition de mesure, que 8 dB à 10 dB de plage dynamique à 10 kHz ! Le balayage très lent en fréquence glissante est un autre test qui permet de détecter, à des fréquences très précises, des vibrations de différentes origines provenant par exemple de la fixation du châssis d'un haut-parleur, d'un composant du filtre frôlant le circuit imprimé ou d'une paroi. S'ils peuvent passer inaperçus aux mesures, l'oreille les détecte par contre très facilement sur programme musical.

La "distorsion de hauteur", le "jitter" des haut-parleurs est encore plus révélateur. Des études conduites au Japon entre 1978 et 1995 ont montré que sur les transitoires, les écarts de hauteur pouvaient atteindre 5 % : fractionnement de la membrane, réaction retardée s'opposant à la force motrice engendrée par la bobine mobile, résonances dont la surtension élevée déstabilise les fréquences proches. En musique, le La 3 est fixé à 440 Hz, pas à 465 et les oreilles absolues ne supportent pas une dérive de 1 Hz...

Tout cela s'entend, sur une voix, sur une attaque de piano, là où les appareils de mesure ne sont malheureusement d'aucune utilité.

Jean Hiraga