

Comparabilité d'enregistrements réalisés avec les systèmes de mesure d'HEAD acoustics

1. Comparabilité de mesures réalisées avec différentes têtes artificielles HMS III

Les mesures réalisées à l'aide de têtes artificielles à des fins de comparaison ne doivent pas toujours forcément l'être avec le même système. La tête artificielle HMS III étant un système d'enregistrement calibré, les enregistrements réalisés avec des têtes différentes mais dans des conditions d'enregistrement exactement identiques peuvent toujours être comparés.

Pour vérifier cette comparabilité, nous avons réalisé des enregistrements de la même source de bruit dans un champ diffus avec six têtes artificielles HMS III issues de différentes années de production. La figure 1.1 représente les différences existant entre les différents enregistrements et la valeur moyenne de tous les enregistrements (chacune uniquement pour la voie gauche de la tête artificielle). L'analyse tiers d'octave de ces différences montre que les comportements en fréquence de différentes têtes artificielles HMS III sont très similaires et donc que les mesures enregistrées avec différents systèmes sont comparables. Les différences se situent jusqu'à 500 Hz dans une marge de tolérance de +/- 1 dB et de +/- 1,5 dB au-delà.

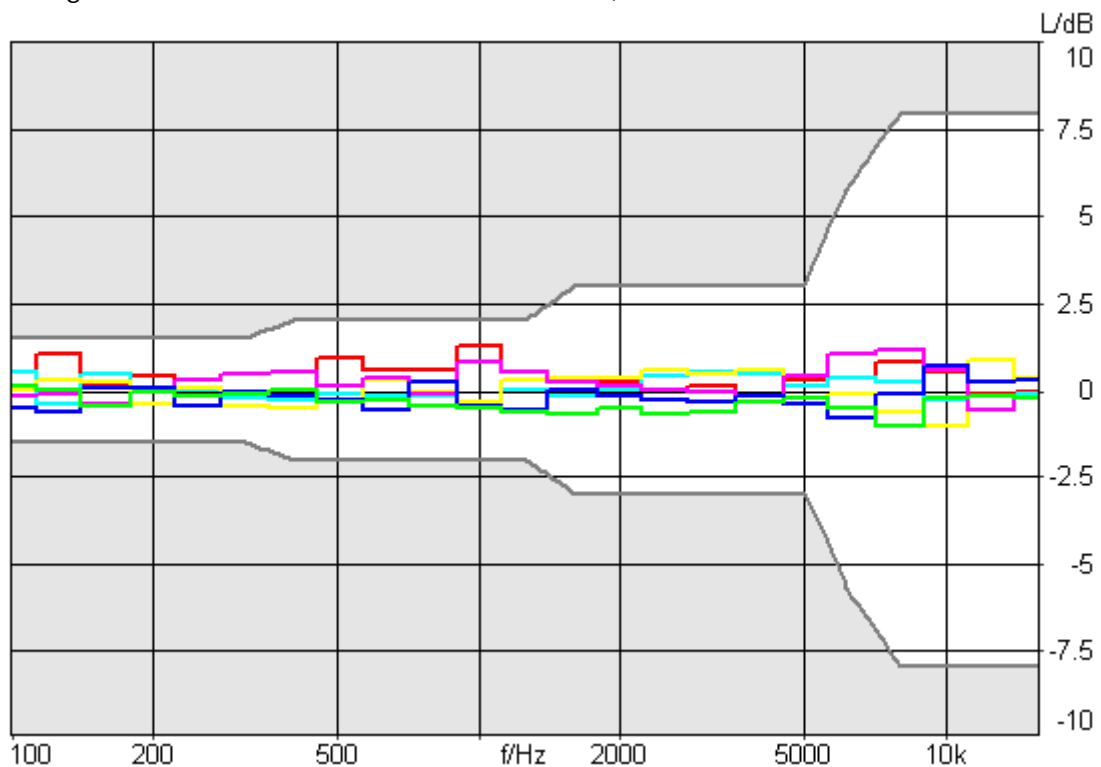


Figure 1.1 : Comparaison de la fonction de transfert de six têtes artificielles différentes (différence des voies gauches avec la moyenne); les zones en gris indiquent les limites de tolérance en champ libre selon IEC 959

Avec des valeurs inférieures à 200 Hz, il se peut que certaines différences soient provoquées par la manière dont la mesure est organisée et non par les différences existant entre les têtes artificielles.

Pour déterminer ces tolérances, la position de la mesure doit absolument être identique pour toutes les têtes. Si ce n'est pas le cas, une comparaison des enregistrements ne montrerait alors que l'homogénéité ou l'inhomogénéité du champ sonore et non les différences de comportement fréquentiel entre les têtes (voir également la section 3.1).

Les mannequins acoustiques de la quatrième génération (HMS IV.0 et HMS IV.1) respectent les mêmes tolérances, étant donné que la production des pièces déterminantes de la fonction de transfert, comme la tête, les épaules et la forme de l'oreille respectent exactement les mêmes variations que pour la HMS III. De plus, les conditions de base et les standards de qualité lors de la mesure des têtes artificielles HMS IV sont identiques à celles de la HMS III.

2. Différences existant entre les têtes artificielles HMS II et HMS III / HMS IV

2.1 Amélioration de l'égalisation de la tête artificielle HMS III par rapport à la tête HMS II

Le développement opéré sur les têtes artificielles HMS II qui a conduit à la conception des têtes artificielles HMS III s'est toujours concentré sur l'amélioration de la technique et de l'égalisation. La tête artificielle HMS II fut d'abord lancée sur le marché équipée d'une technique analogique qui fut ensuite remplacée par une technique numérique (HMS II.d). Le modèle HMS III suivant fut dès le départ conçu avec une technique numérique, les têtes plus récentes contenant, elles, l'ensemble du système électronique dans l'unité tête/épaules. C'est le passage de la technique analogique à la technique numérique qui permet en particulier d'optimiser l'égalisation permettant ainsi un rendu du champ sonore original encore plus fidèle à la réalité. La figure 2.1 représente la comparaison d'une égalisation analogique de la tête HMS II avec l'égalisation numérique d'une tête artificielle HMS III. On y reconnaît clairement que l'égalisation numérique de la tête artificielle HMS III est beaucoup plus nuancée. La technique analogique de la tête artificielle HMS II ne permet pas une telle résolution.

2.2 Comparabilité d'enregistrements réalisés avec le système HMS II.d et HMS IV

Les améliorations apportées aux têtes artificielles au cours de leur développement entraînent des changements des propriétés de transfert. Nous recommandons à un client utilisant déjà une tête artificielle HMS II avec technique numérique et désirant se procurer un autre système de tête artificielle de la série HMS IV, de faire adapter son ancien système de mesure HMS II à la nouvelle tête artificielle HMS IV afin de pouvoir garantir la comparabilité existant entre les mesures réalisées par l'ancien et le nouveau système. HEAD acoustics se charge de réaliser cet ajustement si le système de mesure HMS II est mis à sa disposition. Les égalisations déjà existantes ne seront pas supprimées du système. D'autres égalisations permettant des mesures pouvant être comparées sont installées sur le système. Un tel ajustement permet d'obtenir des propriétés de transfert des deux systèmes aussi similaires que celles de têtes artificielles HMS III / HMS IV différentes, c.-à-d. que ces propriétés se situent approximativement dans la gamme représentée sur la figure 1.1.

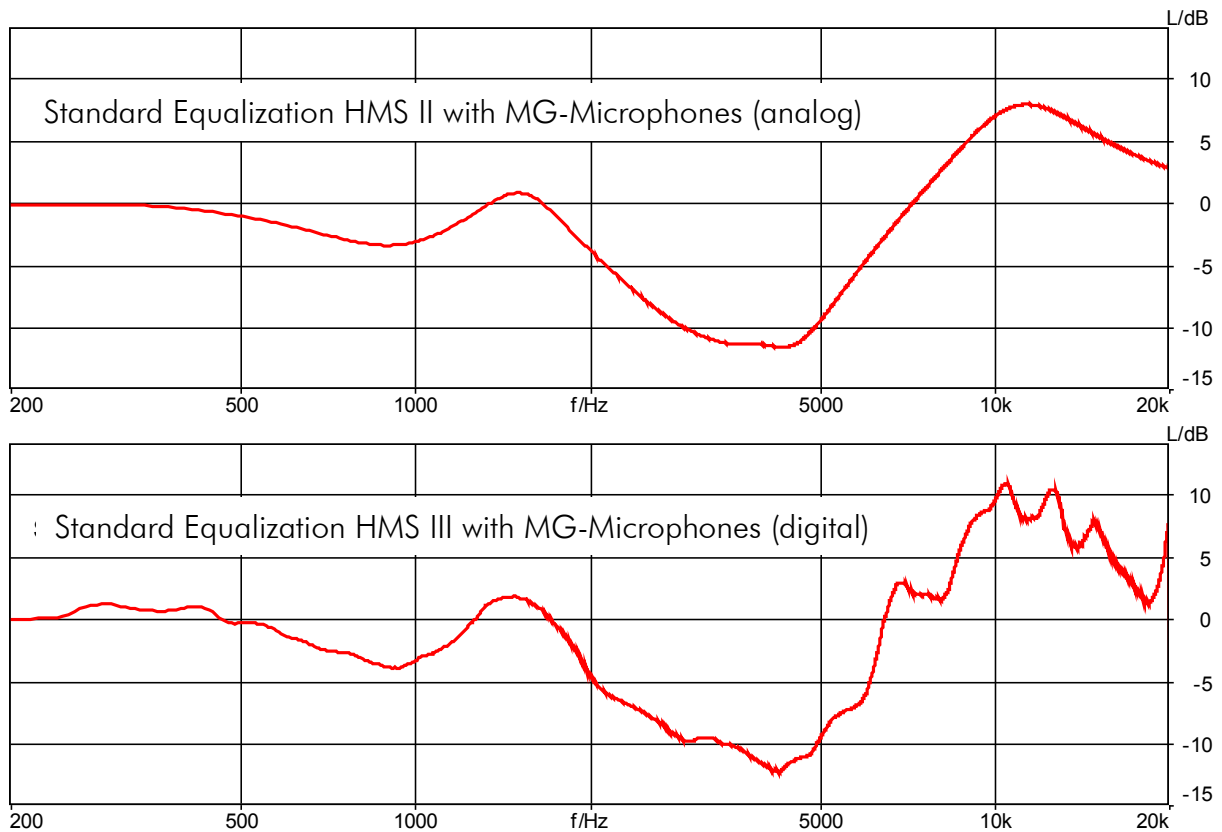


Figure 2.1 : Comparaison d’une égalisation de la tête HMS II (analogique) avec celle d’une tête HMS III (numérique)

3. Comparabilité de mesures réalisées avec des microphones binauraux

3.1 Comparabilité de mesures réalisées avec un microphone binaural (BHM) porté par des personnes différentes

La figure 3.1 représente les différences existant entre quatre enregistrements réalisés avec un microphone binaural, chacun par rapport à la valeur moyenne de tous les enregistrements. Ceux-ci ont été réalisés par un microphone binaural porté par quatre personnes différentes dans un environnement réfléchissant (mélange d’onde sonore et de réflexions). Ces personnes se tenaient pour le test une position précise d’un champ sonore donné. Le diagramme montre que les courbes inférieures à 5 kHz ne sont que très légèrement différentes. Les différences deviennent plus grandes au-delà d’une fréquence de 5 kHz pour atteindre env. 5 dB. Elles sont dues aux différentes statures des personnes portant le microphone binaural. De faibles différences dans la physiologie des personnes modifient les fonctions de transfert et donc les enregistrements.

En outre, la position du microphone binaural sur la tête de celui qui le porte et la position de ce dernier influencent les mesures de manière considérable. On en déduit que la personne portant le microphone binaural doit veiller à le porter exactement de la même manière pendant toutes les mesures pour permettre une comparabilité optimale. De plus, il est très important de vérifier la position du microphone binaural dans le champ sonore et de la garder constante si des personnes différentes portent le microphone binaural.

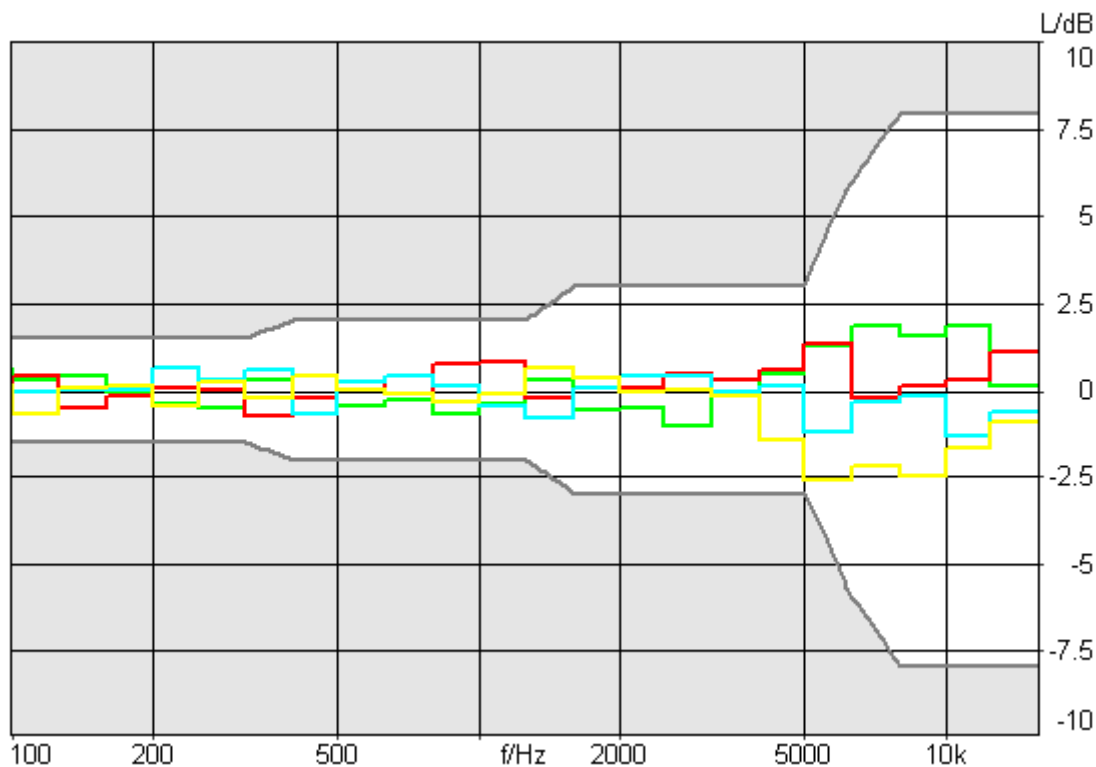


Figure 3.1 : Comparaison de mesures réalisées avec un microphone binaural porté par quatre personnes différentes (chaque courbe représente la différence de la voie droite d’une mesure sur une personne avec la moyenne) Les zones en gris indiquent les limites de tolérance pour une tête artificielle en champ libre selon IEC 959

En raison de résonances existant dans un habitacle de voiture, le champ sonore peut avoir des fréquences et des niveaux très différents de manière locale. Lors d’une mesure acoustique au cours de laquelle un microphone binaural est porté par deux personnes de taille très différente et qui ne vérifient pas la position des microphones, des répartitions différentes de fréquence peuvent apparaître. Ceci ne signifie cependant pas que ces mesures ne peuvent pas être comparées. Lorsqu’il est correctement utilisé, le microphone binaural permet de réaliser des mesures pouvant être reproduites.

3.2 Comparabilité entre des mesures réalisées avec une tête artificielle et avec un microphone binaural

Les mesures réalisées avec un microphone binaural ne peuvent être comparées à des mesures réalisées avec une tête artificielle (HMS III et HMS IV) que si les égalisations ID des microphones binauraux sont ajustées à celles des têtes artificielles HMS III / HMS IV.

On avait l’habitude de réaliser cet ajustage de sorte qu’un microphone binaural placé sur une tête artificielle indique le même comportement de fréquence après l’égalisation ID qu’une tête artificielle HMS III / HMS IV avec une égalisation ID activée. On a constaté au cours du développement postérieur du microphone binaural que cette égalisation ne correspondait pas à la pratique. Au cours des tests habituels, le microphone binaural n’est pas porté par une tête artificielle, mais par des personnes. C’est pourquoi l’égalisation a été revue par nos ingénieurs. Pour cela, on a réalisé des mesures avec plusieurs sujets et calculé une égalisation moyenne qui garantit qu’un enregistrement réalisé avec un microphone binaural et porté par une personne

standard idéale, indique le même comportement de fréquence dans un environnement réverbérant qu'une tête artificielle HMS III / HMS IV à égalisation ID.¹

La figure 3.2 représente des analyses par FFT des différences existant entre les enregistrements réalisés avec un microphone binaural et un enregistrement réalisé avec une tête artificielle à égalisation ID. Le BHM a été porté par 4 personnes différentes (courbes rouge, violet, rose et jaune). Les courbes du diagramme de gauche représentent les différences entre les enregistrements effectués avec une tête artificielle et un BHM, et égalisés avec l'ancienne égalisation ID. Les courbes du diagramme de droite représentent les mêmes mesures effectuées avec la nouvelle égalisation améliorée. Les mesures BHM correspondent mieux aux mesures de la tête artificielle de référence, lorsque la nouvelle égalisation est utilisée : les différences calculées sont plus faibles et les tolérances ne sont plus dépassées.

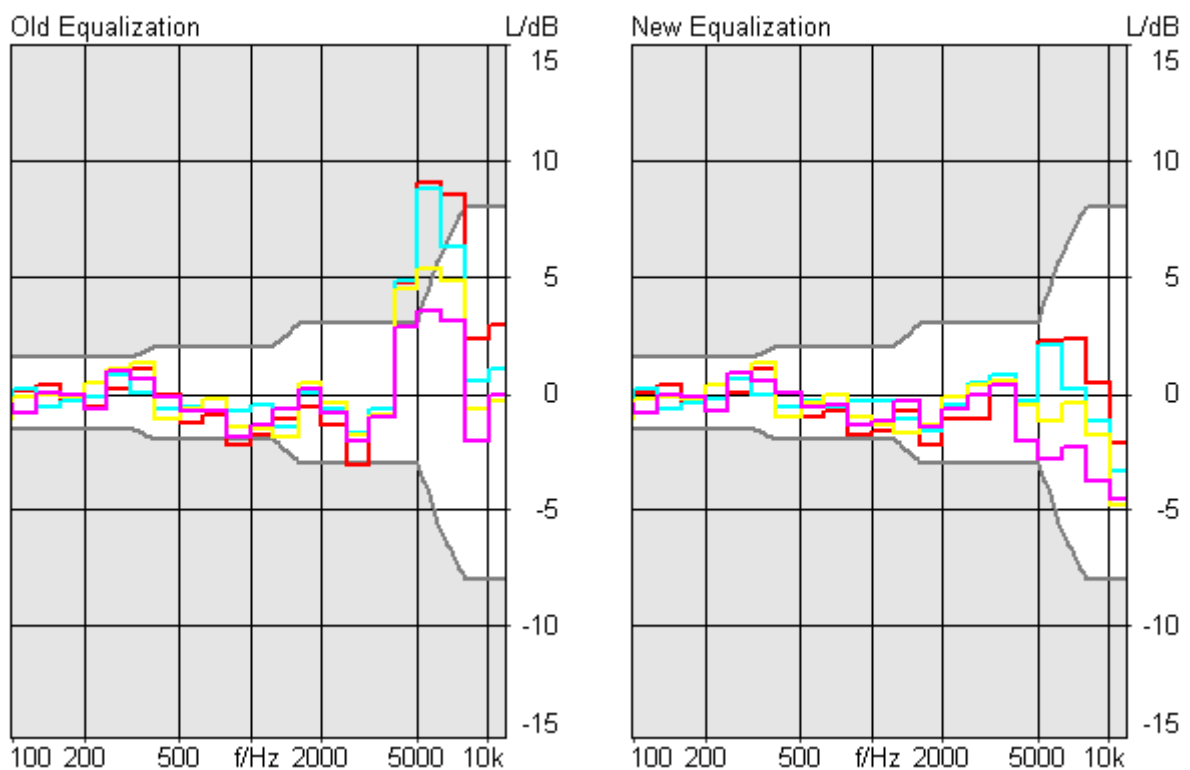


Figure 3.2 : Comparaison de l'ancienne égalisation de microphone binaural (diagramme de gauche) et de la nouvelle (diagramme de droite) ; les zones en gris indiquent les limites de tolérance pour une tête artificielle en champ-libre selon IEC 959

4. Comparabilité de mesures réalisées avec un HEAD Seat Mount IV et avec un HEAD Torso Box IV

Pour démontrer la comparabilité de mesures au cours desquelles une tête artificielle HMS III a été montée sur un HEAD Seat Mount IV (HSM IV) avec des mesures au cours desquelles une tête a été fixée sur un HEAD Torso Box IV (HTB IV), nous avons réalisé des mesures organisées de la manière suivante.

¹ La nouvelle égalisation a été livrée avec les microphones binauraux à partir d'octobre 2002.

L'habitacle d'une voiture a été sonorisé pendant 10 secondes avec un bruit d'habitacle de voiture enregistré lors d'un test automobile à 150 km/h. Une HMS III a été fixée sur un HTB IV et placée sur le siège du passager. Le bruit de l'habitacle a ensuite été enregistré. La tête était alors réglée sur une égalisation ID se prêtant de manière idéale à l'habitacle d'une voiture. La position exacte de la tête dans le champ sonore devait être déterminée avant de réaliser la mesure de comparaison avec la HMS III sur un HSM IV. On réalisa ensuite la mesure de comparaison pour laquelle la tête artificielle avait été placée sur le HSM IV et à la même position dans l'habitacle de la voiture. Toutes les configurations de la tête artificielle telles que l'égalisation ID furent maintenues sans être changées. Une mesure du bruit de l'habitacle fut alors réalisée avec la même structure d'essai.

La figure 4.1 montre la différence entre les spectres tiers d'octave des deux enregistrements. On reconnaît nettement que les divergences existant entre les deux enregistrements sont très faibles. On en trouve seulement aux alentours de 300 Hz et de 1 300 Hz dans le domaine d'1 dB.

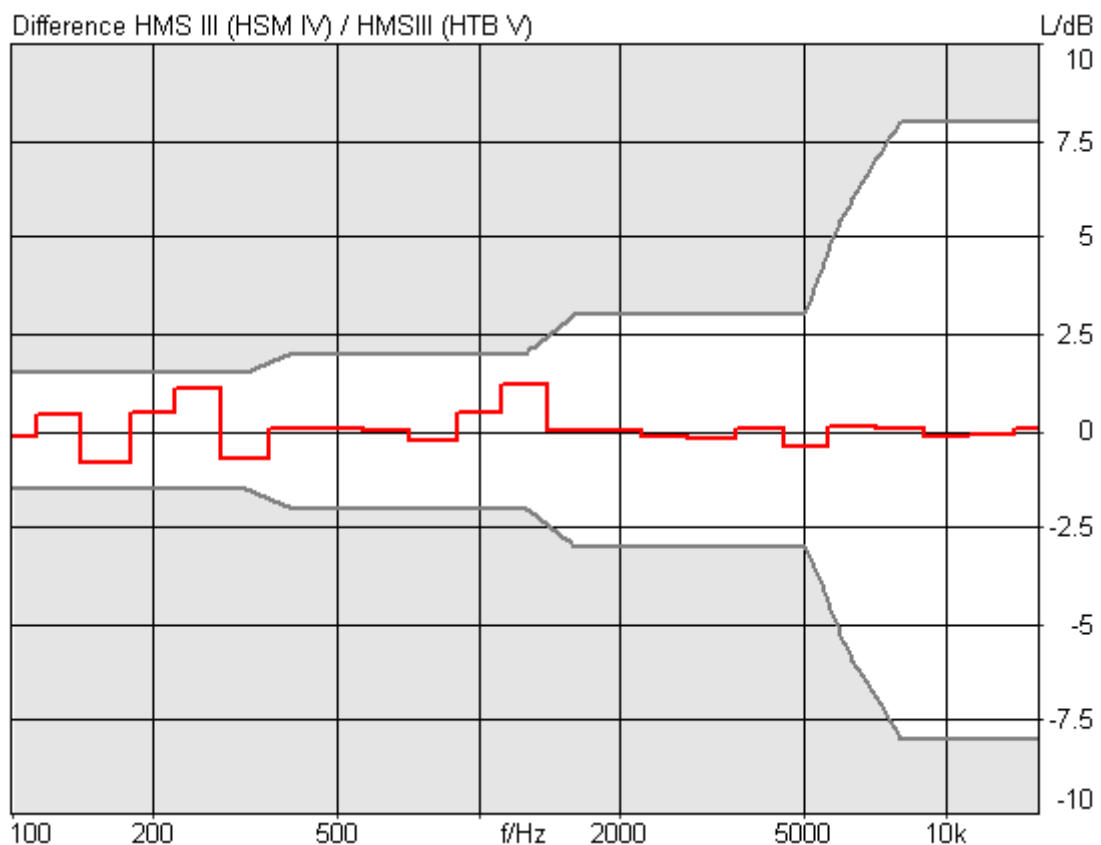


Figure 4.1 : Comparaison entre un mesure réalisée avec une HMS III sur un HSM IV et une mesure réalisée avec une HMS III sur un HTB IV; les zones en gris indiquent les limites de tolérance pour une tête artificielle en champ-libre selon IEC 959

Avec cette structure, le positionnement de la tête doit être reproduit de manière particulièrement exacte. Si l'on négligeait ce point et que le responsable de l'essai avait travaillé de manière inexacte au positionnement, la comparaison pourrait indiquer de nettes divergences. Pour démontrer ce fait, la figure 4.2 représente une comparaison des deux mesures avec un positionnement intentionnellement incorrect. Cette figure montre clairement qu'un positionnement incorrect de la tête artificielle entraîne d'importantes divergences à partir d'environ 180 Hz.

Une mesure comparative utilisant un nouveau HTBV ou le HSM V produirait des résultats comparables.



Figure 4.2 : Comparaison entre une mesure réalisée avec une HMS III sur un HSM IV et une mesure réalisée avec une HMS III sur un HTB IV sans positionnement précis

5. Comparabilité de mesure effectuées avec le BHS I (Binaural Headset I relié à un SQuadriga)

La figure 5.1 montre les résultats de l'analyse tiers d'octave de mesures effectuées en champ diffus avec un BHS I. Le diagramme montre les enregistrements de 5 BHS I différents, représentés relativement à la moyenne de ces 5 mesures. Les résultats montrent clairement que les différences entre chacun des BHS I sont très faibles jusqu'à 5Hz et augmentent pour les fréquences plus élevées. Pour cette mesure, les BHS I étaient positionnés sur une même tête artificielle. Lorsque le BHS I est porté par différentes personnes, les différences augmentent légèrement. Les différences sont à expliquer par les différences de morphologie des personnes et le positionnement du BHS I sur la tête du porteur. La figure 5.2 correspond à la fonction de transfert d'un même BHS I, porté par 5 personnes différentes dans un environnement similaire à celui d'un bureau. La source de bruit était placée en face de la personne. La figure 5.2 représente la différence des spectres tiers d'octave de ces 5 personnes (voie gauche) relativement à la moyenne des mesures. Les différences sont ici aussi plus faibles pour les basse fréquences que pour les fréquences les plus hautes.

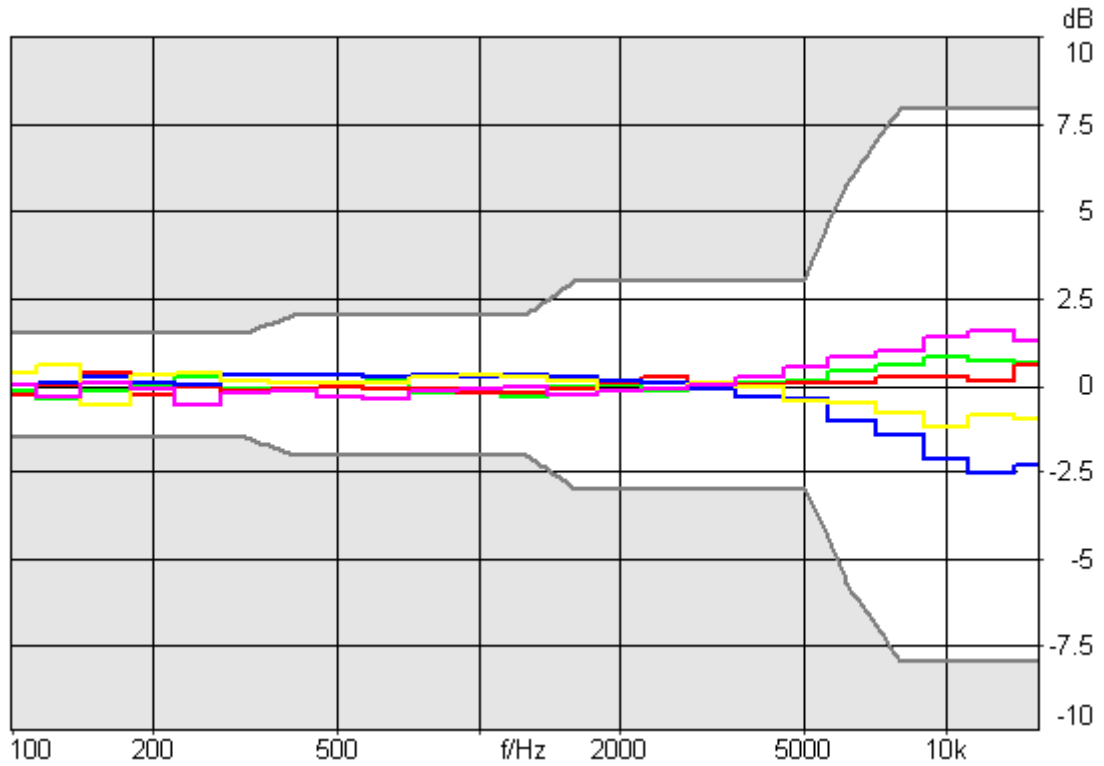


Figure 5.1: Comparaison des fonctions de transfert de 5 BHS I différents (différence entre la moyenne et chacune des voies gauche). Les zones en gris indiquent les limites de tolérance pour une tête artificielle en champ-libre selon IEC 959

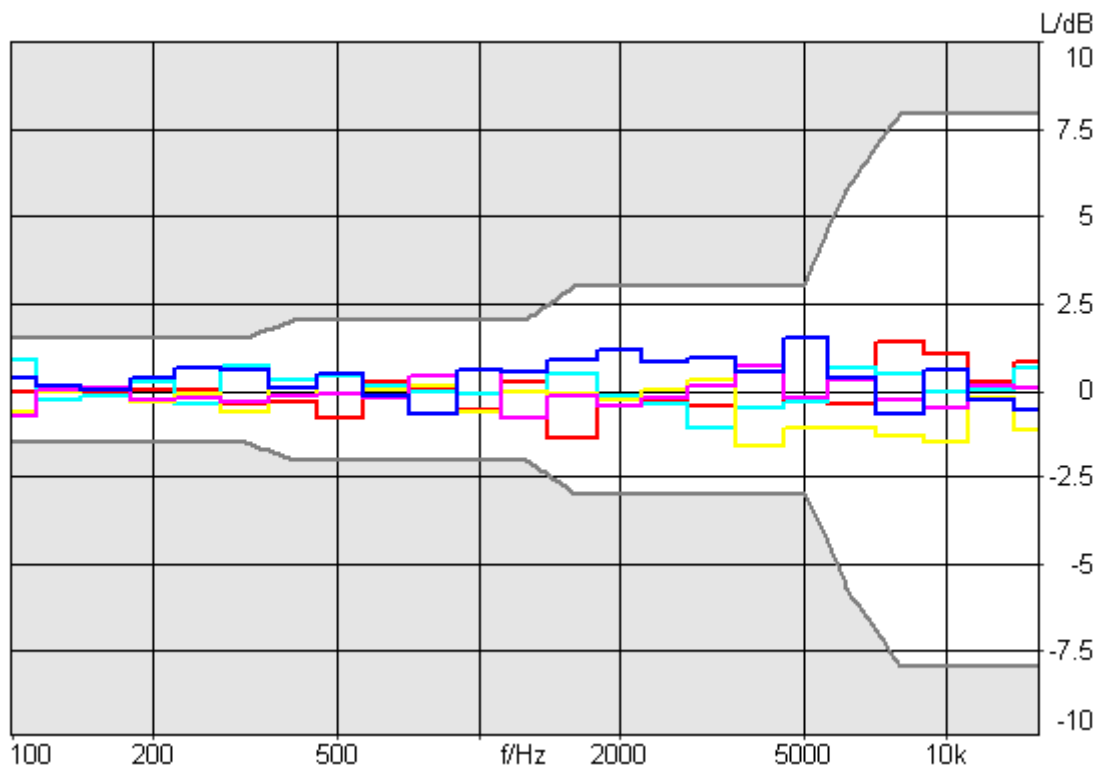


Figure 5.2: Comparaison des fonctions de transfert d'un BHS I, porté par 5 personnes différentes (différence entre la moyenne et chacune des voies gauche). Les zones en gris indiquent les limites de tolérance pour une tête artificielle en champ-libre selon IEC 959