

ATELIER 6

Qualité acoustique perçue : les erreurs "classiques" lors de l'évaluation des bruits

Animé par :

Frédéric Palpacuer

Head Acoustics

2, route de Noue

91190 Gif sur Yvette

E-mail : headfrance@head-acoustics.de



Partant du constat de base qu'un client utilise son écoute et son jugement pour évaluer la qualité acoustique d'un produit, l'objectif de cet atelier était de présenter des bonnes pratiques pour l'évaluation subjective de la qualité acoustique en limitant les biais et les erreurs :

- Présenter les techniques d'enregistrement binaurales et de réécoute audio-conforme et mettre en évidence les écarts sur la perception et leur incidence sur l'évaluation de la qualité acoustique qu'entraîne l'utilisation de moyens et/ou de méthodes inadaptées.
- Expliquer les principaux critères psychoacoustiques et mettre en évidence leur intérêt quant à la perception en comparant la sonie et le niveau en dB(A) de divers sons écoutés.
- Présenter une méthode d'objectivation de la qualité acoustique à travers le développement de métriques.

Binaural et Audioconformité

Le but de l'atelier était de reproduire, à la réécoute, exactement la même perception sonore que celle que l'auditeur aurait eue s'il avait été en situation réelle : on parle alors d'audioconformité.

L'écoute subjective est le seul moyen permettant d'évaluer efficacement la qualité acoustique d'un produit. Pour qu'un auditeur puisse faire cette évaluation, il est essentiel que le signal contienne toutes les informations nécessaires à celle-ci.

Au niveau de l'enregistrement, il s'agit essentiellement de prendre en compte les paramètres humains influençant le signal jusqu'au tympan (fonction de transfert de la tête, épaules, oreille externe, ...), informations qui ne sont évidemment pas disponibles sur de simples enregistrements microphoniques (dont le but est, par définition, de modifier le moins possible le champ sonore dans lequel il se trouve).

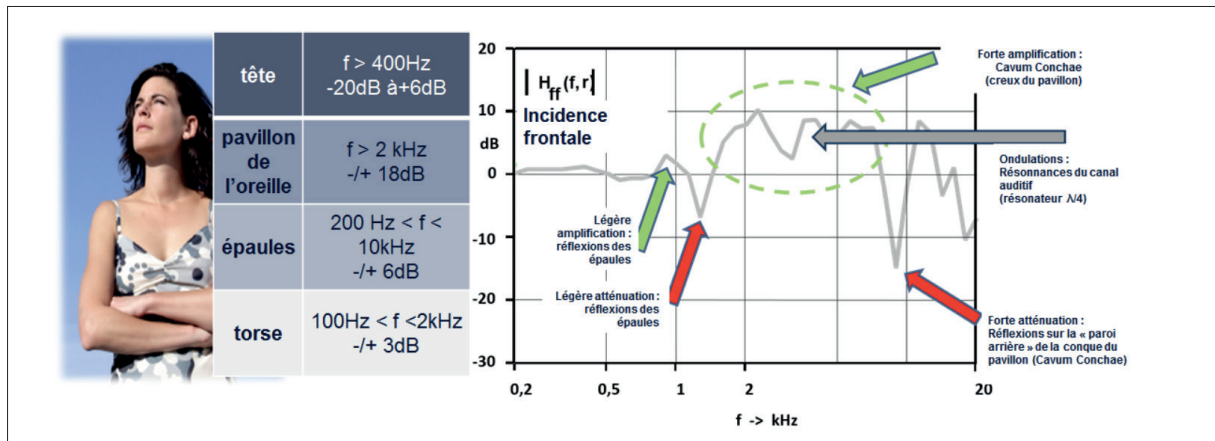


Fig. 1 : Influences de l'obstacle « auditeur » dans le champ sonore, et fonction de transfert mesurée dans l'oreille, en incidence frontale (la réponse d'un microphone de mesure idéal se situerait à proximité de la ligne 0 dB)



Fig. 2 : Tête artificielle numérique HMS IV en véhicule, couplée à un système d'acquisition modulaire multivoies HEADlab



Fig. 3 : Exemple de système de réécoute audioconforme professionnel portable avec casques égalisés individuellement (LabP2 de HEAD Acoustics)

Pour réaliser cette manipulation, on utilise des têtes artificielles ou des microphones binauraux portés par l'utilisateur, qui permettent d'enregistrer l'intégralité des « paramètres humains » nécessaires à la reconstruction précise par l'auditeur de la perception acoustique (timbre, niveau, localisation, illusions, etc...) qu'il aurait eu en situation réelle.

La réécoute nécessite aussi un traitement et du matériel adapté. En plus d'apporter un soin particulier à l'électronique et aux casques d'écoute (qui doivent, notamment, être performants et neutres, avoir un comportement linéaire et présenter le même type de réponse pour tous les auditeurs), le système, pour être audioconforme, doit être égalisé pour fournir à l'auditeur le bon contenu fréquentiel et calibré pour respecter les niveaux. De plus, le système de réécoute devra disposer d'un limiteur de protection de l'audition pour être utilisé en milieu professionnel (l'employeur étant responsable de la santé de ses employés). En effet, l'utilisation d'un simple casque audio ne suffit pas pour assurer l'ensemble de ces exigences.

Durant l'atelier, nous avons effectué plusieurs écoutes comparatives pour évaluer et prendre conscience des erreurs que l'on commet en utilisant du matériel inadéquat

à la reproduction perceptive. Nous disposons pour cela d'un système de réécoute calibré et égalisé pour six postes de réécoute audio-conforme. Chaque participant a ainsi pu juger de l'intérêt de cette technologie et se rendre compte des diverses erreurs que l'on commet nécessairement lorsqu'on ne l'utilise pas (casque simple sur PC) ou si on l'utilise mal (ex. mauvaise égalisation à la réécoute).

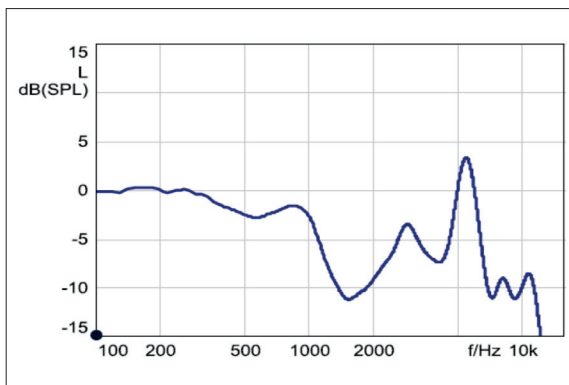


Fig. 4 : Exemple d'erreur faite à l'oreille de l'auditeur pour une reproduction sonore sans égalisation de réécoute adaptée

Les indicateurs psychoacoustiques

Il existe de nombreux descripteurs et critères acoustiques pour évaluer par le calcul des dimensions perceptives variées : force sonore perçue (sonie), caractère aigu (acuité), caractère tonal, rugosité, impulsivité, modulations, etc... Il est important de bien les comprendre et de bien les utiliser.

Par exemple, on commettra une erreur si l'on pense que le niveau en dB(A) correspond à la force sonore perçue. Bien que cette pensée soit très largement répandue, y compris chez les professionnels de l'acoustique, ce n'est pas le cas ! En effet, les phénomènes de masquages temporel et fréquentiel, l'évolution de la sensibilité fréquentielle de l'oreille en fonction du niveau et de façon plus générale la façon dont est codée l'information dans l'oreille ne sont pas pris en compte dans le calcul du dB(A).

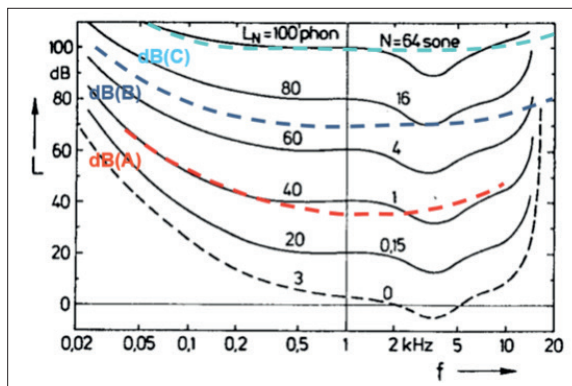


Fig. 5 : Courbes d'iso-sonie et correspondance avec les courbes de pondération A, B, C

La sonie, à l'inverse, est un algorithme qui tient compte de l'ensemble des paramètres influençant la perception de la force sonore, et délivre donc des résultats fidèles à la force sonore perçue. Ainsi, même s'il est encore largement utilisé (pour de nombreuses raisons historiques), le niveau global en dB(A) n'est pas toujours le plus adapté pour rendre compte de la perception du niveau sonore.

Les indicateurs psychoacoustiques ont été spécifiquement développés pour représenter fidèlement la perception et un grand nombre est aujourd'hui normalisé (sonie, acuité, tonalité, ...); ce qui simplifie la communication entre acousticiens. Couplés à la réécoute audioconforme des bruits, ce sont de puissants outils permettant d'accélérer considérablement le processus de développement de produits. Les spécifications qu'ils définissent permettent de prendre en compte la perception sonore du client.

Lors de l'atelier, nous avons pu « jouer avec nos oreilles » et découvrir leur fonctionnement au travers de divers exemples. Nous avons ainsi mis en évidence diverses caractéristiques du codage de l'oreille humaine : masquages temporel et fréquentiel, temps d'intégration, ... Nous avons également découvert certaines interactions entre nos sens (l'ouïe et la vue à travers l'effet McGurk) et la façon dont notre cerveau traite l'information.

Le développement de métriques

L'une des techniques la plus intéressante lorsque l'on parle de qualité acoustique est le développement de métriques. Cette technique permet de « modéliser » la réponse du client et donc de comprendre quelles sont les caractéristiques du son qui jouent un rôle dans l'évaluation de la qualité sonore, et comment elles contribuent au jugement.

Une métrique est une formule qui articule différents critères acoustiques, qui corrèle au mieux aux jugements d'un jury représentatif du client : le but est de pouvoir reproduire par la suite une note identique à celle que le jury/client aurait donnée.



Fig. 6 : Exemple de studio d'écoute (HEAD Acoustics à Aachen/Aix-la-Chapelle, Allemagne)

Ainsi, sans dévoiler de grand secret ici, on s'aperçoit, par exemple, que la rugosité dans le bruit d'échappement d'une voiture sportive (le "rrrrrr" du vroom-vroom) contribue positivement à la perception du jury, alors que le caractère aigu du bruit est à proscrire.

Cette technique (lorsque la robustesse de la métrique a été correctement vérifiée) permet donc :

- d'orienter les efforts de développement dans la bonne direction en indiquant les critères importants pour le client ;
- de disposer d'un jury virtuel permettant d'évaluer rapidement la qualité acoustique de nouveaux produits sans avoir à reconvoquer le jury et à conduire un nouveau test.

Conclusion

Durant l'atelier nous avons considéré quelques-uns des nombreux biais possibles en présentant des outils de test sur auditeurs et de développement de métriques intégré dans le logiciel ArtemiS SUITE de HEAD Acoustics.