

ANALYSE SENSORIELLE

LA MESURE DE LA QUALITÉ ACOUSTIQUE SE VEUT "OBJECTIVE"

■ Durant les journées d'information organisées récemment par Euroforum sur le thème de l'analyse sensorielle, la qualité acoustique était à l'honneur. Plutôt que de chercher à diminuer à tout prix le niveau sonore des produits qu'ils conçoivent, les industriels se préoccupent de plus en plus de leur "biensonance". L'analyse sensorielle, combinée à des tests hédoniques, s'avère l'outil le plus adapté. Bien que basée sur l'appréciation d'individus, la méthode se veut objective.

En claquant la portière de sa voiture, on souhaite entendre une sonorité "agréable", gage de sa qualité, et non pas le son d'une portière de tracteur. La sonnerie d'un téléphone doit

être audible, mais pas stridente. Le tiroir du lecteur de CD sur une chaîne Hi-fi ne doit pas grincer désagréablement lorsqu'il se referme... Dans de nombreux domaines, l'utilisateur attend un certain niveau de qualité sonore des

produits qu'il achète. Les fabricants, qui ont pendant des années concentré leurs efforts sur la réduction du niveau sonore de leurs produits, cherchent donc aujourd'hui à rendre les sons plus "agréables".

Il suffit parfois de peu : augmenter ou réduire le nombre de pales d'un ventilateur, changer un engrenage, etc. Mais pour la moindre modification, il faut bien souvent cerner, dès la conception des produits, les composantes agréables et gênantes des sons émis. Autrement dit, il faut pouvoir mesurer les préférences sensorielles des utilisateurs, les comprendre et éventuellement les prédire.

Caractériser des perceptions sensorielles est une affaire plus compliquée qu'il n'y paraît. Celles-ci mettent en jeu un nombre tel de paramètres qu'il est impossible de les caractériser de manière exhaustive avec des mesures instrumentales classiques. De plus, une sensation combine toujours deux notions très différentes : elle comprend une part d'appréciation subjective (le son d'un produit peut rappeler inconsciemment des souvenirs désagréables ou à l'inverse procurer une impression de confort, de luxe, de sécurité...) et une part d'appréciation basée sur des critères plus objectifs (un son plus ou moins fort, plus ou moins aigu, etc.)... Deux aspects que l'utilisateur n'arrive pas forcément à différencier. Il peut aussi apprécier le son perçu, mais manquer de mots pour décrire ce qu'il ressent.

Dans ces conditions, comment peut-on mesurer de façon fiable et objective la qualité acoustique d'un produit ? C'est une des questions que se sont posées les participants aux journées organisées récemment par Euroforum sur le thème de l'analyse sensorielle. Sur ce sujet, les participants étaient unanimes : pour obtenir une évaluation fiable de la qualité acoustique, il faut combiner des tests subjectifs et une évaluation objective. « *Il faut rompre avec un certain nombre d'idées reçues selon lesquelles la perception est un acte purement subjectif, qui varie d'un individu à l'autre, que l'on ne peut pas quantifier, etc. En fait, il y a conjointement des notions subjectives et objectives. Et pour comprendre les préférences des utilisateurs, il faut prendre en compte ces deux facteurs* », souligne Jean-François Bassereau (Ensam Paris).

Il existe donc des méthodes bien identifiées, selon que l'on souhaite mesurer la qualité sensorielle (c'est-à-dire décrire et différencier les sons de manière objective) ou la qualité hédonique (en traduisant les préférences des utilisateurs). Dans les deux cas, les moyens employés et les résultats obtenus sont complètement différents.



Britel & Xpar

Les industriels se préoccupent de plus en plus de la qualité acoustique des produits qu'ils conçoivent. Mais pour cerner les composantes "agréables" et "gênantes" des sons émis, encore faut-il pouvoir mesurer les préférences des utilisateurs. Pour cela, l'analyse sensorielle, combinée à des tests hédoniques, s'avère l'outil le plus adapté.



Briel & Kjaer

Lors des tests d'écoute, il est souvent difficile de pouvoir placer les auditeurs dans des conditions réelles... Pour tenir compte de l'influence du corps humain sur le champ sonore, les industriels enregistrent donc les sons émis à l'aide de mannequins ou de têtes artificielles.

Pour connaître les préférences des utilisateurs, on réalise des tests dits "hédoniques". La méthode consiste à réunir un panel d'utilisateurs potentiels du produit, à leur faire écouter les différents sons et à recueillir leurs préférences.

Interroger des spécialistes et des sujets "naïfs"

Pour que l'analyse statistique des résultats soit représentative, il est nécessaire d'interroger des utilisateurs "naïfs", et en nombre important (généralement plus de 60 auditeurs externes à la société et n'ayant jamais participé à un essai sensoriel).

Ce type de test est complètement subjectif. Il dépend notamment du sujet qui est interrogé, de son vécu, du lieu du test, de la façon de poser les questions, etc. De ce fait, il ne reflète que les préférences d'un échantillon d'auditeurs donné, à un instant précis.

De l'avis des participants aux journées d'Euroforum, une telle méthode, employée seule, ne peut suffire à décrire de manière exhaustive les préférences des auditeurs. **« Des utilisateurs "naïfs" ont du mal à expliquer leurs préférences et à comprendre leurs propres sensations. De plus, ils n'utilisent pas tous le même type de vocabulaire**

et ils sont rarement exhaustifs dans leurs descriptions », précise Karine Deschamps (Danone Vitapole).

Bref, pour comprendre et prédire de façon fiable les préférences des utilisateurs, d'autres outils sont nécessaires. L'analyse sensorielle, qui permet de décrire et de différencier les sons perçus de manière objective, est la méthode la plus adaptée. Elle consiste à réunir un panel d'experts (plus d'une dizaine de spécialistes, dotés d'une bonne acuité sensorielle et entraînés pour

ce type de tests) et à utiliser une liste de "descripteurs", des indices permettant de décliner les propriétés sensorielles des produits. Dans le domaine de la qualité sonore, on utilise par exemple la rugosité (qui caractérise les modulations rapides d'amplitude), l'acuité (le caractère plus ou moins aigu d'un son), la sonie (qui mesure l'impression de "force" sonore), etc. Ces indices, le plus souvent normalisés, doivent être indépendants les uns des autres et surtout privés de toute connotation hédonique : le terme "harmonieux", par exemple, est proscrit.

A partir de ces descripteurs, le panel d'experts réalise deux types de tests : des épreuves de différenciation (qui permettent de détecter les différences entre deux sons perçus) et des analyses descriptives (au cours desquelles le jury attribue une note aux différents sons suivant chacun des descripteurs). Une fois que le jury a décrit toutes les caractéristiques acoustiques du produit, on obtient un profil sensoriel.

Une analyse statistique rigoureuse

Bien que basée sur l'appréciation d'un jury d'auditeurs, l'analyse sensorielle n'est pas une méthode arbitraire. Elle obéit à des règles rigoureuses, le plus souvent normalisées. La norme ISO 13299, par exemple, décrit les étapes à suivre lors de l'établissement d'un profil sensoriel : le choix et le nombre de sujets, leur entraînement, la préparation des échantillons, etc. D'autres normes sont dédiées aux définitions de certains descripteurs (la sonie, par exemple, est décrite dans les normes DIN 45631 et ISO 532 B). La présentation des différents sons aux auditeurs n'est, elle non plus, pas anodine. Le plus souvent, on utilise la comparaison par paire, où l'on présente au jury toutes les combinaisons possibles de paires d'échantillons.

Ils ont dit...

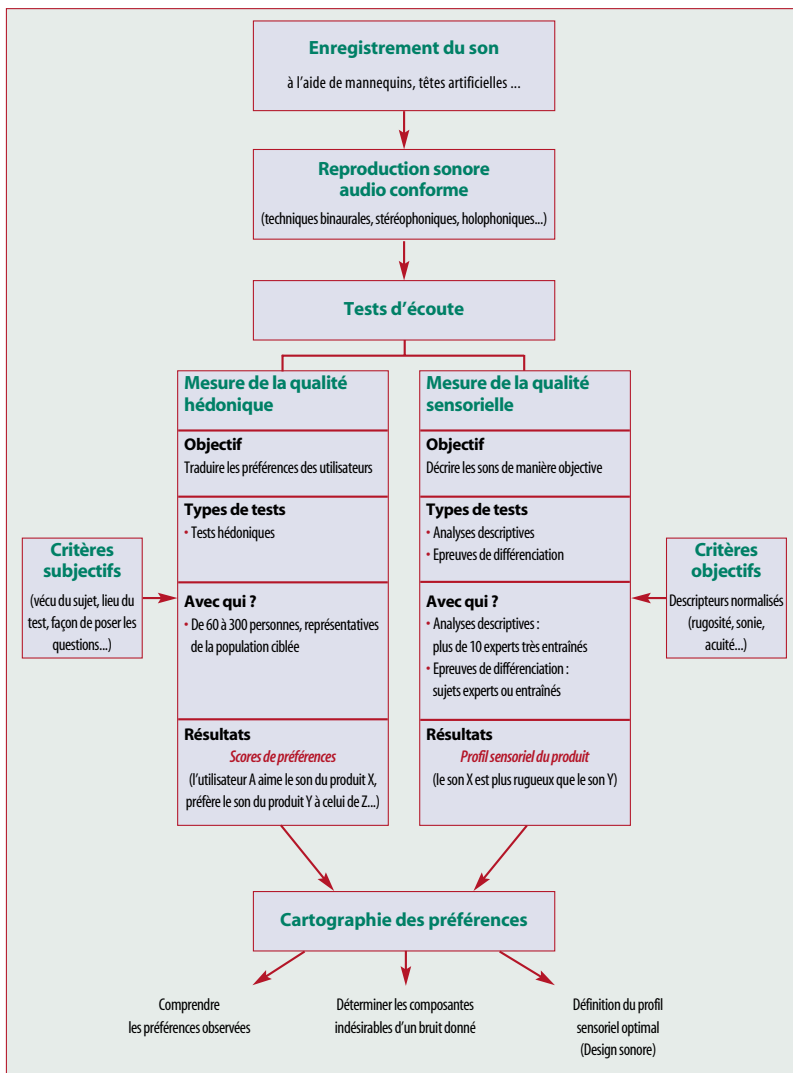
- « Les descripteurs sont encore trop liés à un secteur d'activité. Il faudrait pouvoir se mettre d'accord sur une liste de termes communs, adaptés à tous les métiers. Mais c'est être certainement trop optimiste », Yves Audrain (Waterman).
- « L'analyse sensorielle est une technique de groupe. Vu la variabilité des sensibilités individuelles, s'interroger sur le nombre de sujets à requérir est essentiel. Il faut aussi faire bien attention à la représentativité du panel », Huguette Nicod (Cabinet Adriant).
- « Il y a cinq ans, chez Renault, cinq personnes travaillaient dans la caractérisation

de la couleur. Aujourd'hui, chez Toyota, on trouve une cinquantaine de personnes », Jean-Philippe Lenclos (Atelier 3D).

• « La création d'un produit est une démarche personnelle. Elle ne s'appuie pas sur des techniques sensorielles... La conception reste un acte solitaire », Yves Audrain (Waterman).

• « Il y a un gros décalage entre le rôle prépondérant que jouent les experts sensoriels, leur influence dans la conception et le développement de nouveaux produits, et le nombre pratiquement inexistant de formations qui existent en France dans ce domaine », Jean-Philippe Lenclos (Atelier 3D).

► Evaluer la qualité acoustique



Brüel & Kjær

Un enregistrement à l'aide de mannequins ou de têtes artificielles préserve le niveau de pression acoustique réel dans chaque oreille, et respecte la spatialisation des sons.

exemple), il faut faire appel à des moyens d'enregistrement et de reproduction sonore audio-conformes (proches de la perception humaine) afin de simuler l'environnement sonore réel.

Pour Gilles Rhoné (LR Ingénierie), l'enregistrement d'un son de manière audio-conforme suit la même logique que toute opération de mesure : un capteur ne doit pas influencer le phénomène physique qu'il est censé mesurer... Les accéléromètres, par exemple, sont assez légers pour ne pas modifier les vibrations de la structure sur laquelle ils sont fixés. « Dans le domaine acoustique, les épaules, la tête et les oreilles des auditeurs modifient toujours, par des phénomènes d'absorption ou de résonance, le champ sonore dans lequel ils sont placés. Un système de mesure censé enregistrer des données sonores avec les mêmes caractéristiques que l'oreille humaine doit donc être la réplique aussi proche que possible du corps humain ».

Pour réaliser des tests d'écoute avec une impression sonore réaliste, les industriels utilisent donc des mannequins ou des têtes artificielles. L'enregistrement des sons se fait grâce à deux microphones placés dans les oreilles des têtes artificielles, installées dans des conditions réelles. « Nous avons par exemple réalisé une étude sur la perception d'un bruit de moteur Diesel en faisant écouter à deux groupes d'auditeurs (experts et sujets naïfs) des sons enregistrés sur différents véhicules par un mannequin en position de conducteur », indique Etienne Parizet (Laboratoire de Vibrations et d'Acoustique à l'Insa de Lyon). L'intérêt est de taille, puisqu'un tel enregistrement préserve le niveau de pression acoustique réel dans chaque oreille, et respecte la spatialisation

L'objectif est d'assurer une certaine objectivité des résultats.

Une fois les essais hédoniques et sensoriels réalisés, il faut encore pouvoir corréler leurs résultats. Pour cela, on fait appel à un modèle mathématique, la cartographie des préférences (preference mapping), permettant de relier le profil sensoriel aux préférences des auditeurs. Concrètement, des cartographies en trois dimensions relient, pour tous les descripteurs, les notes attribuées par le jury d'experts et l'appréciation du panel d'auditeurs (scores de préférences). En positionnant les caractéristiques d'un nouveau produit sur ces cartographies, on peut alors prédire l'impact qu'il aura auprès des utilisateurs. La cartographie des préférences

permet aussi de dresser le profil sensoriel du produit "idéal" (qui combinerait par exemple une sonie de 8/10, une rugosité de 2/10, etc.). C'est l'objectif du design sonore...

Simuler les conditions d'écoute réelles

Mais pour en arriver là, il faut auparavant s'assurer de la fiabilité des conditions dans lesquelles se déroulent les essais. La mesure de la qualité acoustique nécessite en effet de disposer d'outils très spécifiques. **Comme il est souvent difficile de placer une soixantaine d'auditeurs dans des conditions d'écoute réelles**, (telles qu'un prototype de véhicule pour des essais acoustiques de moteurs, par



L'analyse de la qualité acoustique requiert des outils d'analyse très spécifiques. Il faut notamment pouvoir disposer de moyens d'enregistrement et de reproduction sonore audio-conformes, de logiciels d'analyse acoustique et de locaux adaptés aux tests d'écoute.

des sons. Les moyens d'enregistrement sont alors complétés par des logiciels permettant d'analyser les séquences sonores, d'en filtrer certaines composantes, etc.

Il faut ensuite reproduire le son le plus fidèlement possible. Pour cela, il existe de nombreuses techniques de simulation d'environnement sonore. Si certaines reproduisent le son à travers les casques d'écoute des auditeurs (c'est le cas des techniques binaurales et stéréophoniques), d'autres simulent l'environnement sonore à travers un système de

haut-parleurs, que l'auditeur soit présent ou pas (techniques ambisonics et holophoniques). Dans les deux cas, l'objectif est le même : plonger l'auditeur dans un espace acoustique "réaliste". Mais il n'y a pas de technique universelle. Les techniques binaurales, par exemple, sont relativement simples à mettre en oeuvre mais ne simulent pas toujours une impression de distance réaliste. Les techniques ambisonics, de plus en plus répandues, offrent une bonne homogénéité du champ sonore, mais ne permettent pas de

localiser précisément les sources... Le choix des méthodes dépendra essentiellement de la qualité du rendu sonore que l'on recherche, des moyens mis en oeuvre (haut-parleurs, casques, locaux acoustiques adaptés aux tests d'écoute...) et du type de sons.

Bien sûr, ces techniques d'enregistrement et de restitution sonore ne suffiront jamais à simuler complètement l'environnement réel. « Pour placer l'auditeur dans un contexte réaliste, on peut par exemple le placer sur des sièges vibrants, mais l'on ne pourra pas faire beaucoup mieux », souligne Patrick Boussard (Génésis).

Des problèmes récurrents

L'évaluation de la qualité acoustique requiert donc un investissement important et des outils d'analyse très spécifiques. D'ailleurs, il faut bien constater que ce type de démarche n'est pas tellement répandu. « Les tests perceptifs ne sont pas encore aussi répandus dans le domaine acoustique que ceux déjà pratiqués dans la caractérisation du goût ou de l'odeur, indique M. Parizet (Insa). Pourtant, les outils

existent et sont bien maîtrisés, qu'il s'agisse des moyens d'enregistrement et de restitution audio-conformes ou des méthodes d'exploitation des résultats ».

Il faut dire que ces méthodes ne sont pas toujours faciles à mettre en œuvre. Lors des journées Euroforum, certains industriels ont ainsi exprimé les problèmes qu'ils sont amenés à rencontrer dans leurs domaines respectifs. De nombreuses questions ont porté sur la définition des descripteurs. Un intervenant regrettait qu'au sein d'un même secteur, l'automobile par exemple, tous les fabricants ne parlent pas le même langage. *« La définition des descripteurs est souvent stratégique pour une société, et elle ne souhaite pas forcément les partager avec ses concurrents ».* Autre élément de réflexion, la difficulté d'élaborer une liste de descripteurs assez objectifs et exhaustifs, et de se faire comprendre des équipes de développement. Sur ce sujet, aucun industriel ne pouvait vraiment répondre. *« C'est toujours délicat, sauf si les développeurs suivent eux-mêmes des formations pour être initiés au vocabulaire »*, indique Mme Deschamps

Pour aller plus loin...

- Les 4 et 5 décembre prochains, Euroforum organise à Paris un séminaire de formation sur la caractérisation et la mesure du toucher. Rens : Euroforum, 35, rue Greneta, 75002 Paris <http://www.euroforum.fr>

- Les 5 et 6 décembre prochains, le Cetim organise un stage sur le thème de la qualité sonore à Senlis (60). Rens : Cetim, Michel Besombes Tél. : 03 44 67 35 59 - Fax : 03 44 67 36 17

- Le groupe Audition de la Société Française d'Acoustique organise les 20 et 21 mars 2002 deux journées de conférences sur le design sonore et la psychoacoustique à Paris. Rens : Société Française d'Acoustique, 23, avenue Brunetière, 75017 Paris

(Danone Vitapole). En fait, si personne ne conteste, sur le principe, la validité des méthodes d'analyse sensorielle et de cartographie des préférences, tous s'accordent à dire que de

telles démarches sont coûteuses et longues à mettre en œuvre. Et les délais ne sont pas forcément en accord avec les contraintes sur les temps de développement que connaissent certains secteurs, tels que l'automobile. *« Il faut que le panel d'experts soit disponible, que la société ait le temps de les entraîner à la reconnaissance et à la quantification des descripteurs, et de vérifier leurs performances sensorielles »*, explique Huguette Nicod (Cabinet Adriant). Nicolas Bouche (Décathlon International) fait la même analyse : *« L'évaluation sensorielle nécessite de lourds investissements dans les matériels de mesure et la formation de panels entraînés ».* De plus, les préférences des utilisateurs obtenues lors des tests hédoniques évoluent nécessairement avec le temps. Il faut donc répéter les essais. Du coup, certaines sociétés se contentent des résultats d'une "simple" analyse des préférences. D'autres optent pour la réalisation d'une analyse sensorielle en collaboration avec des universités ou des prestataires spécialisés...

Marie-Line Zani