

Timbre des sons environnementaux

Patrick Susini, Stephen McAdams, Nicolas Misdariis, Guillaume Lemaitre, Suzanne Winsberg

Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique (STMS-IRCAM-CNRS),
1 place Igor-Stravinsky, F-75004 Paris, France.
Email : {susini,misdariis,smc,winsberg}@ircam.fr

Les enjeux écologiques et ergonomiques nous obligent à réfléchir sérieusement sur les sons de notre environnement qu'ils soient produits volontairement (interfaces humain-machine, signalétique sonore, ...) ou non (machines, produits domestiques, activités humaines, ...). Nous avons besoin de certaines des informations contenues dans les sons pour nous informer sur le fonctionnement d'un appareil ou pour nous communiquer un message : le bon fonctionnement d'un ordinateur est confirmé par le son du disque dur, un danger est immédiatement identifié par le son du klaxon. Ces informations dépendent des caractéristiques acoustiques des sons dont la configuration a des conséquences aussi bien en terme d'esthétique qu'en termes fonctionnels ou encore de reconnaissance d'une source sonore [1]. Le problème consiste donc à déterminer les dimensions du timbre qui sont pertinentes d'un point de vue perceptif pour une même famille de sources sonores.

Depuis les travaux de Plomp [2], plusieurs études psychoacoustiques ont montré clairement que le timbre est un attribut multidimensionnel de la perception auditive en utilisant les techniques d'analyse multidimensionnelle de dissemblances. Grey [3] a dégagé trois dimensions perceptives saillantes relatives à ce facteur qui sont partagées par tous les timbres testés. Utilisant une autre technique d'analyse, Krumhansl [4] a également trouvé un espace en trois dimensions partagées, mais avec un poids (appelé "spécificité") plus ou moins fort sur certains timbres qui indique un degré de différence individuel, dont l'espace des dimensions communes ne rend pas compte, et qui éloigne ce timbre de tous les autres selon un critère perceptif supplémentaire.

De manière similaire, nous avons réussi à établir une relation quantitative entre des paramètres acoustiques et les coordonnées des timbres dans un espace perceptif de sources sonores de notre environnement telles que des voitures, des convecteurs d'air climatisé ou encore des klaxons [5, 6, 7]. De manière similaire aux études consacrées au timbre des instruments de musique, les espaces perceptifs obtenus sont constitués de trois dimensions. Cette analogie souligne que notre capacité perceptuelle permettant d'élaborer une représentation mentale des sons environnementaux ou instrumentaux est similaire et se limite en général à trois dimensions perceptives. De plus, les paramètres acoustiques ou psychoacoustiques expliquant les dimensions perceptives sont en partie du même ordre ; en effet, à sonie équivalente, les paramètres révélés sont le centre de gravité spectrale, la déviation spectrale et la rugosité, paramètres que l'on retrouve pour la

description du timbre musicale. En revanche, le temps d'attaque qui est un paramètre important du timbre musical n'est pas révélé à travers les études menées sur les sons environnementaux, mais cela tient principalement à la nature quasi-stationnaire des sons utilisés. Il est fort possible qu'un paramètre comme le temps d'attaque ou l'impulsivité permette de distinguer deux grandes catégories de sons de notre environnement tels que les sons impulsifs et les sons non impulsifs.

La cohérence des résultats à travers ces diverses recherches indique une grande stabilité des processus perceptifs liés à la perception des sons environnementaux et des sons d'instruments de musique. Cette cohérence conforte le modèle [1] qui postule que la reconnaissance des sources sonores découle d'un processus d'analyse, de calcul et d'extraction d'un certain nombre d'attributs auditifs liés aux paramètres physiques des signaux et aux paramètres intrinsèques des sources acoustiques. Cependant, dans le cas d'une expérience menée sur des sons de trafic routier, ferroviaire et aérien [9], l'espace perceptif s'est révélé de nature *catégorielle* et l'extraction de paramètres acoustiques correspondant aux dimensions était dans ce cas exclue. Du fait de la nature extrêmement hétérogène des sons, le facteur cognitif lié à l'identification des sources impose une structure perceptive catégorielle et empêche inévitablement le jugement à partir de critères perceptifs plus fins.

Pour finir, en termes d'application "musicale", on peut envisager d'utiliser l'espace des timbres d'une famille de sources sonores extraite de l'environnement et en modifier les dimensions émergentes afin de perdre graduellement l'identité de la source sonore et ainsi évoluer de manière continue vers une matière sonore abstraite, ou encore de créer une interpolation entre une source sonore industrielle et un instrument de musique suivant une dimension perceptive commune lors une création sonore.

[1] McAdams S. (1994) Reconnaissance de sources et d'événements auditifs. In S. McAdams & E. Bigand (Eds.), *Penser les sons: Psychologie cognitive de l'audition*, pp. 157-214, PUF, Paris.

[2] Plomp R. (1970) Timbre as a multidimensional attribute of complex tones. In R. Plomp & G.F. Smoorenburg (Eds.), *Frequency Analysis and Periodicity Detection in Hearing*, pp.397- 414, Sijthoff, Leiden.

[3] Grey J.M. (1997) Multidimensional perceptual scaling of musical timbres, *Journal of the Acoustical Society of America*, 61, 1270-1277.

[4] Krumhansl C.L. (1989) Why is musical timbre so hard to understand? In S. Nielzén & O. Olsson (Eds.), *Structure and Perception of Electroacoustic Sound and Music*, pp. 43-53, Elsevier (Excerpta Medica 846), Amsterdam.

[5] Susini P., McAdams S. & Winsberg S. (1997) Caractérisation perceptive des bruits de véhicules, *Actes du 4ème Congrès Français d'Acoustique*, vol. I, 543-546.

[6] Lemaitre G., Susini P., Winsberg S., McAdams S. (2003) Perceptively based design of new car horns sounds. *International Conference on Auditory Display*, University of Boston, pp 47-50.

[7] Susini P., McAdams S., Winsberg S., Perry I., Vieillard S., Rodet X. (2004) Characterizing the sound quality of air-conditioning noise. *Applied Acoustics*, (65/8) pp 763-790.

[8] Susini P., Misdariis N., Winsberg S., McAdams S. (1998) Caractérisation perceptive de bruits. *Acoustique et Techniques*. (13) pp 11-15.