



**HAL**  
open science

## Design Sonore & Transport -Le son de la mobilité

Nicolas Misdariis

► **To cite this version:**

| Nicolas Misdariis. Design Sonore & Transport -Le son de la mobilité. 2021. hal-03374267

**HAL Id: hal-03374267**

**<https://hal.science/hal-03374267>**

Preprint submitted on 12 Oct 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Design Sonore & Transport

## – Le son de la mobilité –



*Misdariis N. (STMS Ircam - CNRS - SU)*

*Equipe Perception et Design Sonores*

### Contexte et hypothèses

Ce chapitre traite des relations entre la pratique du design sonore et le domaine des transports, autrement dit, entre son et mobilité. Il interroge la manière dont le son accompagne les expériences humaines de mobilité, mais également la manière dont les objets de mobilité contribuent à façonner les environnements sonores humains.

Qu'entend-t-on, tout d'abord, par 'expériences' ou 'objets' de mobilité ? Partant de la définition du terme 'mobilité'<sup>1</sup>, considérée ici dans une acception plutôt contemporaine<sup>2</sup>, ce sont, en fait, tous les moyens de transport (ou de locomotion) inventés, conçus – *designés* – par l'Homme au cours de son évolution, notamment dans le but d'aller plus loin, plus haut, plus vite, de transporter davantage, plus longtemps, etc. En cela, comme d'autres objets manufacturés, ils répondent à l'une des intentions premières du *design* selon Vilém Flusser : « tromper la nature au moyen de la technique, surpasser le naturel par l'artificiel » (Flusser, 2002). La mobilité s'incarne donc dans des 'artefacts', au sens de systèmes artificiels issus d'une production humaine, qui possèdent leur ergonomie et leurs usages propres (l'expérience du bateau est différente de celle de l'avion ou de la voiture) et comportent généralement une dose incrémentale de progrès et d'innovation (l'automobile de 1920 n'a presque rien à voir avec celle de 2020). En outre, la mobilité se décrit par une typologie de modalités de transport, à plusieurs dimensions : le milieu (terrestre, maritime/fluviaire, aérien/aérospatial), la nature de propulsion ou de traction (moteur thermique/électrique, animal, vent, etc.), la dimension durable (« sans mise en danger de la santé et des écosystèmes »<sup>3</sup>) ou douce (« sans moteur, ne générant donc pas de pollution »<sup>4</sup>), le caractère individuel ou collectif, etc.

De cette brève mise en contexte, il ressort un double postulat (déjà succinctement énoncé) qui permet de formuler trois hypothèses et axes de réflexion autour du sujet, développés dans la suite du chapitre.

#### A. le son accompagne les expériences de mobilité.

De fait, le système (artificiel), support de la mobilité, est nécessairement une 'machine', c'est-à-dire un « objet fabriqué complexe capable de transformer une forme d'énergie en une autre et/ou d'utiliser cette transformation pour produire un effet donné »<sup>5</sup>, en l'occurrence un mouvement. Sa dimension complexe provient d'interactions internes ou externes, multiples et souvent multi-

---

<sup>1</sup> «Caractère de ce qui peut être déplacé ou de ce qui se déplace par rapport à un lieu, à une position » in CRNTL (<https://www.cnrtl.fr/lexicographie/mobilité>)

<sup>2</sup> cf. le terme 'nouvelles mobilités'

(e.g., <http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/les-nouvelles-mobilites-r2255.html>)

<sup>3</sup> In [https://www.pourlasolidarite.eu/sites/default/files/publications/files/mobilite\\_durable-web.pdf](https://www.pourlasolidarite.eu/sites/default/files/publications/files/mobilite_durable-web.pdf)

<sup>4</sup> In <http://www.vedura.fr/environnement/transports/transports-doux>

<sup>5</sup> In <https://www.cnrtl.fr/definition/machine>

physiques (mécaniques, hydrauliques, thermiques, chimiques, aérodynamiques, électriques, ...). Cette complexité étant la cause potentielle de différentes sources de bruit, nous développerons l'idée que, quelle que soit sa nature :

1. l'artefact de mobilité est une source sonore, intentionnelle ou non, que le design sonore peut être amené à concevoir, améliorer ou adapter *via* des problématique de conception sonore, acoustique ou numérique.

Par ailleurs, dans l'expérience de mobilité elle-même, cette 'machine' interagit nécessairement avec celui qui en use (l'utilisateur), ne serait-ce que pour des raisons de sécurité ou de fonctionnalité. Cette relation peut s'avérer potentiellement compliquée, notamment dans le cas de systèmes complexes (un cockpit d'avion) ou inédits (une voiture autonome). Partant de ce constat, nous développerons ensuite l'idée que, quelle que soit sa relation à l'utilisateur :

2. l'artefact de mobilité propose une expérience d'usage qui nécessite d'établir un dialogue Homme/Machine que le design sonore peut être amené à résoudre, améliorer ou inventer *via* des problématiques d'interface sonore et de sonification.

## B. Les objets de mobilité façonnent l'environnement.

En outre, l'histoire, la sociologie ou l'urbanisme montrent que les 'machines' de mobilité font partie intégrantes de nos sociétés, par exemple, en accompagnant les grandes évolutions économiques et sociales (*e.g.*, le tourisme de masse associé à l'hyper-développement du transport aérien), voire les grandes révolutions sociétales (*e.g.*, l'avènement de la machine à vapeur et du chemin de fer au cours de la révolution industrielle du XIX<sup>ème</sup> siècle), en s'inscrivant dans la culture et la mémoire collectives (*e.g.*, le mythe du son automobile au cinéma), ou bien encore en marquant d'une empreinte sonore les environnements urbanisés (*e.g.*, la mutation récente de la sonorité des villes majoritairement peuplées de véhicules électriques, notamment en Asie). Dans cette optique, nous développerons enfin l'idée que, quelles que soient l'époque, la technologie ou la géographie :

3. l'artefact de mobilité représente une espèce sonore, un marqueur sonore culturel et social (en reprenant la notion de *soundmark* de Murray Schafer (Schafer, 1977)), que le design sonore peut – et doit ? –, d'une part, intégrer dans ses fondements *via* des problématiques d'écologie sonore, et d'autre part, étudier en tant que telle *via* des problématiques de patrimoine sonore, s'inscrivant ainsi plus largement dans la discipline émergente des *sound studies* (Sterne, 2012).

## Développements

### 1. La mobilité produit des sources sonores

Du fait de son caractère machinique et complexe, l'artefact de mobilité produit quasiment toujours des sons – ou des bruits – dont les caractéristiques principales (hauteur, intensité, durée, timbre) dépendent généralement de son fonctionnement et de ses propriétés typologiques. Prenons, par exemple, le véhicule terrestre à moteur thermique ; il présente trois sources acoustiques principales que sont le moteur (traction/propulsion effectuée par un moteur dit 'à explosion'), l'aérodynamisme (pénétration du volume dans l'air) et le roulement (contact pneus-chaussée) – sachant que ces trois sources n'opèrent pas aux mêmes vitesses de déplacement (Braun et al., 2013). Notons toutefois que, même lorsque ce type de mobilité devient discret (un véhicule électrique, à basse vitesse), la nécessité de signifier la présence et l'allure de la 'machine' s'impose malgré tout dans la mesure où un objet (même de faible volume) mobile et silencieux peut difficilement coexister sans danger dans un espace partagé, a fortiori urbain – c'est, en l'occurrence, la base de la norme sur les émissions sonores des véhicules électriques mise en œuvre au niveau européen en 2019 (Pardo et al., 2015).

Cela étant, dans le cadre de notre réflexion, on peut formuler la problématique suivante : quel rôle le design sonore peut-il jouer dans cette production industrielle de sons ? Comment peut-il améliorer ou

concevoir le son de la mobilité ? Une partie de la réponse réside dans la distinction fondamentale entre deux catégories de sons : conséquentiels vs. intentionnels (Langeveld et al., 2013).

- Les sons conséquentiels, d'origine acoustique, inhérents à la machine, résultent d'une transmission mécanique de l'énergie. Le designer sonore réalise plutôt un 'design acoustique' en étudiant les composantes structurelles (dimensions, matériaux) ou dynamiques (forces d'interaction) du système producteur de son. C'est une approche courante dans le champ du design sonore 'produit' (Ozcan et al., 2009)

- les sons intentionnels, d'origine électroacoustique, sont rajoutés à la machine au moyen d'une chaîne audio (processeur, amplificateur, haut-parleurs) produisant des sons de synthèse. Le designer sonore est davantage un compositeur / concepteur de sons qui conçoit des sonorités artificielles – des *artefacts sonores* – en lien avec la dynamique de l'objet. On rencontre cette approche, notamment depuis quelques années, à propos du son des véhicules silencieux (cf. partie II, cas No. 3).

Cependant, il peut arriver que ces deux catégories se croisent pour, en quelque sorte, *designer* des sons conséquentiels de manière intentionnelle. En 1996, nous<sup>6</sup> avons été confrontés à cette situation singulière, pour le design sonore de la TULIP (Transport Urbain Libre et Public) – *concept* de véhicule électrique partagé, développé par PSA (Noblet, 1996). La contrainte y était définie ainsi : n'utiliser que des principes naturels de la voiture pour produire du son (pas d'électronique embarquée). Le travail a donc essentiellement consisté à prototyper des objets (fabriqués par un luthier, Sylvain Ravasse) incarnant des idées (imaginées par un compositeur, Louis Dandrel) adaptables aux sources d'énergies physiques disponibles : rotation des roues, mouvement de translation, courant d'air, etc. Les solutions proposées étaient éminemment écologiques – développant des notions de discrétion, furtivité, aspect organique, etc. – mais industriellement non viables. Le design sonore s'est trouvé être, dans ce cas, un savant (et fructueux) mélange d'art, d'industrie, d'artisanat ... et d'informatique – car des modèles numériques étaient également développés afin de prolonger le prototypage 'analogique' du luthier (Misdariis, 2018).

Ainsi, à travers ces courts développements, nous entrevoyons le fait que le designer sonore, qu'il vienne de la science (acoustique) ou de l'art (musical), peut être un véritable prescripteur de solutions pour maîtriser au mieux l'émission sonore, intrinsèque ou additionnelle, des objets de mobilité.

## 2. La mobilité implique l'usage du sonore

Les objets de mobilité sont des machines associées à une forte valeur d'expérience – *i.e.*, opérées, utilisées, éprouvées par des êtres humains. Ils posent donc nécessairement la question du dialogue entre l'Homme et la Machine, et en corollaire, celles de l'interface et de l'interactivité. En cela, le caractère systémique de la mobilité s'intègre parfaitement aux problématiques générales – et aux communautés scientifiques<sup>7</sup> – relatives aux Interfaces Homme-Machine (IHM) ; dans lesquelles s'intègrent à son tour, naturellement la recherche et le développement en interfaces sonores – *auditory display*<sup>8</sup>. En effet, l'IHM sonore exploite le paradigme suivant : dans une interaction avec une machine, et a fortiori dans un habitacle de voiture, un cockpit d'avion ou une capsule spatiale, le message sonore peut être un vecteur d'alerte, de notification ou d'information autant – voire plus – efficace que son équivalent visuel (voyant, écran, image, graphisme, ...) en complétant – voire suppléant – la transmission de l'information, grâce aux propriétés spécifiques de la modalité auditive.

Cette approche soulève des questions fondamentales auxquelles le design sonore tente de répondre lorsqu'il s'intéresse aux *earcons* (Blattner et al., 1989), *auditory icons* (Gaver, 1986), *spearcons* (Walker et al., 2006), *morphocons* (Parseihian et al., 2012), ... et plus généralement à la sonification de données (Hermann et al., 2011) ou d'informations (Barrass, 2018). Elles sont, entre autres,

---

<sup>6</sup> l'équipe 'Acoustique Instrumentale' de l'Ircam, associée au compositeur Louis Dandrel

<sup>7</sup> cf. <https://afihm.org/> ou <https://chi2020.acm.org/>

<sup>8</sup> cf. <https://sites.cnam.fr/GTson/> ou <https://icad.org/>

relatives à la relation signifiant/signifié d'un son – comment définir un langage sonore ? –, aux alarmes et signalétiques sonores, à l'apprentissage, la fatigue ou l'intrusivité induits par le son.

Considérons, par exemple, cette étude récente dans le domaine de la conduite automobile autonome (thématique suscitant un intérêt croissant dans le monde du design / design sonore<sup>9</sup>). En 2018, nous<sup>10</sup> avons été impliqués dans le projet Symbioz – *concept-car* électrique et autonome développé par Renault<sup>11</sup>. L'une de nos missions était de concevoir l'ensemble des IHMs sonores de l'habitacle, à savoir tous les sons usuels de la voiture (clignotant, alerte ceinture, radar de recul, ...) mais aussi ceux associés à l'expérience inédite de la conduite autonome. Deux enjeux majeurs se sont ainsi présentés.

- L'exhaustivité : création d'une soixantaine de signaux sonores différents, en respectant une cohérence sémantique.
- L'inventivité : exploration d'un nouveau langage sonore à partir du scénario d'usage de la conduite autonome (lâcher du volant, reprise en main, ...), intégrant le fait d'incarner le (bon) fonctionnement de l'intelligence embarquée à la place du conducteur (libre de détourner son attention de la route). Ce travail a donné lieu à l'expérimentation de concepts tels que les « *brain sounds* » ou la basse intrusivité (Misdariis et al., 2019).

Ici encore, qu'il ait des connaissances en psychologie, sciences de la communication, UX design ou composition musicale, le designer sonore se trouve potentiellement à même de répondre à la question de la relation humain/machine qui tend à se généraliser dans un monde de plus en plus automatisé et connecté – au-delà même de la mobilité.

### 3. La mobilité impacte l'environnement sonore

Le moyen de transport est omniprésent dans nos sociétés ; qu'il soit collectif ou individuel, lourd ou léger, rapide ou lent, polluant ou durable, nous sommes tous/toutes très régulièrement confrontés à une 'machine' qui permet ou favorise nos déplacements. Par définition, l'objet de mobilité fait donc partie de notre 'écologie'<sup>12</sup>, en ce sens qu'il dicte des relations entre les êtres vivants et leurs environnements – en premier lieu, les êtres humains mais aussi les (autres) espèces animales.

Du point de vue sonore, on peut bien entendu éclairer cette réflexion à l'aune du manifeste pour l'écologie acoustique écrit, en 1977, par Murray Schafer et voir notamment dans les concepts de « schizophonie » et de « lo-fi » l'expression de l'impact environnemental de la mobilité, « [créant] un paysage sonore synthétique dans lequel les sons naturels sont de plus en plus remplacés par des sons artificiels, et où les signaux qui ponctuent la vie moderne ne sont plus que des substituts fabriqués par les machines » (Schafer, 2010)

De nombreuses occurrences dans l'histoire de l'humanité démontrent, avec plus ou moins d'optimisme, la force de cette vision, et plus généralement, le fait que les artefacts de mobilité fassent partie intégrante de notre écosystème sonore. Pour preuve, prenons deux exemples radicalement éloignés (en temps et en objet), En 2020, le confinement à grande échelle lié à la pandémie de Covid-19 a notamment montré que stopper la mobilité dans une ville comme Paris revenait à transformer significativement le paysage sonore urbain<sup>13</sup> mais aussi à faire revenir (ou ré-entendre ?) le chant des oiseaux dans les rues ... Environ deux siècles auparavant, un fabricant d'instrument de musique

---

<sup>9</sup> cf. <https://icad2019.icad.org/workshops/> ou <https://siicproject.wordpress.com/activities/>

<sup>10</sup> l'équipe 'Perception et Design Sonores' de l'Ircam, associée au compositeur Andrea Cera

<sup>11</sup> <https://group.renault.com/news-onair/actualites/renault-symbioz-demo-car-un-design-innovant-au-service-des-voyageurs/>

<sup>12</sup> « Écologie : science ayant pour objet les relations des êtres vivants (animaux, végétaux, micro-organismes) avec leur environnement, ainsi qu'avec les autres êtres vivants. » In [www.larousse.fr](http://www.larousse.fr)

<sup>13</sup> <https://www.bruitparif.fr/suivi-des-modifications-de-l-environnement-sonore-en-lien-avec-le-confinement-et-le-deconfinement/>

révolutionne le son du transport ferroviaire en inventant le sifflet à vapeur – *steam trumpet* – qui, grâce à son ergonomie (une action mécanique sur le débit de vapeur libéré dans l'instrument) définira un langage sonore du monde ferroviaire quasi-universel, et qui perdure encore maintenant dans l'imaginaire collectif (même après la disparition des locomotives à vapeur !) (Ross et al., 2015)

Ce constat général (brièvement illustré) oblige, dans ce domaine, le design sonore – autrement dit, tout acte de création et d'insertion d'un son artificiel dans un environnement – à une posture résolument modeste et sobre. Pour ce faire, il peut être intéressant de s'inspirer de la nature elle-même, en considérant l'artefact de mobilité comme une espèce sonore intégrée à un écosystème donné, et en reprenant des principes formalisés, entre autres, par Bary Truax ou Bernie Krause sur l'organisation et l'harmonie sonores des espèces animales (Truax, 1984 ; Krause et al., 2016). Cette approche, potentiellement vertueuse, pourrait contribuer à faire que le son ne soit plus cité comme l'une des pollutions majeures de nos sociétés modernes, en évitant la surenchère et en ouvrant la voie à une nouvelle forme de design sonore, inspiré par le vivant (*bio-inspired*).

## **Bibliographie**

Barrass, S. (2018). Sonic information design. *Journal of Sonic Studies*.

Blattner, M. M., Sumikawa, D. A., & Greenberg, R. M. (1989). Earcons and icons: Their structure and common design principles. *Human-Computer Interaction*, 4(1), 11-44.

Braun, M. E., Walsh, S. J., Horner, J. L., & Chuter, R. (2013). Noise source characteristics in the ISO 362 vehicle pass-by noise test: Literature review. *Applied Acoustics*, 74(11), 1241-1265.

Flusser, V. (2002). *Petite philosophie du design*. Circé

Gaver, W. W. (1986). Auditory icons: Using sound in computer interfaces. *Human-computer interaction*, 2(2), 167-177.

Hermann, T., Hunt, A., & Neuhoff, J. G. (2011). *The sonification handbook* (pp. 399-425). Berlin: Logos Verlag.

Krause, B., & Chandès, H. (2016). Le Grand Orchestre des Animaux (Catalogue de l'Exposition). *Paris: Fondation Cartier pour l'Art Contemporain*.

Langeveld, L., van Egmond, R., Jansen, R., & Özcan, E. (2013). Product sound design: Intentional and consequential sounds. In *Advances in industrial design engineering*. InTech.

Misdariis, N., Cera, A., & Rodriguez, W. (2019). Electric and Autonomous Vehicle: from Sound Quality to Innovative Sound Design. In *ICA-International Congress on Acoustics*.

Misdariis, N. (2018). Sciences du design sonore. *Approche intégrée du design sonore au sein de la recherche en design*. HDR thesis, Université de Technologie de Compiègne.

Noblet, J. (1996). Changements de formes. In *Penser le futur*, Eds PSA – Peugeot-Citroën, Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques, pp. 38-52.

Ozcan, E., & van Egmond, R. (2009). Product Sound Design: An Inter-Disciplinary Approach? In *Proceed. of Undisciplined! Design Research Society Conference*, Sheffield Hallam University, Sheffield, UK

Pardo, L.-F., Misdariis, N., "Système d'alerte pour véhicules électriques - Sécurité et design sonore", Techniques de l'Ingenieur, 2015

Parseihian, G., & Katz, B. F. (2012). Morphocons: A new sonification concept based on morphological earcons. *Journal of the Audio Engineering Society*, 60(6), 409-418.

Ross, J. C., Johnson, T. M., Campbell, T., Parida, B. K., Zaouk, A. K., & Omar, T. (2015). Development of a new emergency warning signal for trains to improve detectability of pedestrians wearing headphones. In *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings* (Vol. 250, No. 3, pp. 3409-3420). Institute of Noise Control Engineering.

Schafer, R. M. (2010). *Le paysage sonore: musique du monde*. Wildproject.

Schafer, R. M. (1977). *The tuning of the world*. Alfred A. Knopf, 1<sup>ère</sup> édition.

Sterne, J. (Ed.). (2012). *The sound studies reader*. Routledge.

Truax, B. (1984). *Acoustic Communication*, New Jersey: Ablex Publishing

Walker, B. N., Nance, A., & Lindsay, J. (2006). Spearcons: Speech-based earcons improve navigation performance in auditory menus. In *Proceedings of International Conference on Auditory Display*. Georgia Institute of Technology.