



**HAL**  
open science

# L'immersion sonore : réalités physique et virtuelle, réalités psychologiques et culturelles

Corsin Vogel, Danièle Dubois

► **To cite this version:**

Corsin Vogel, Danièle Dubois. L'immersion sonore : réalités physique et virtuelle, réalités psychologiques et culturelles. Cahier Louis-Lumière, 2022, 15, pp.31-47. hal-04710399

**HAL Id: hal-04710399**

**<https://hal.science/hal-04710399v1>**

Submitted on 26 Sep 2024

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License

## L'immersion sonore : réalités physique et virtuelle, réalités psychologiques et culturelles

Corsin Vogel et Danièle Dubois

### Résumé

L'essor récent de technologies sophistiquées de diffusion multicanal du son, ainsi que de ce qui est communément appelé dans le domaine audiovisuel « la réalité virtuelle », pose des questions à la fois techniques, scientifiques, voire philosophiques, en particulier celle du rapport entre la réalité du son décrite par la physique et l'expérience subjective du son. Plus précisément, nous allons aborder ici la relation entre la description physique de la diffusion du son dans l'espace et le sentiment d'immersion dans le son. Du point de vue de l'ingénierie des systèmes audio, il s'agit de questionner le positionnement du curseur pour l'auditeur, entre une restitution acoustique la plus proche de la description physique, permise par les technologies contemporaines, et l'illusion référentielle suscitée par les stimulations sonores d'un objet audiovisuel fictionnel. Cette interrogation, en apparence technique, nous semble pouvoir bénéficier de connaissances et développements récents dans le domaine des sciences cognitives qui permettent l'analyse et la compréhension des différentes réalités en jeu : réalités physiques, « réelle » et « virtuelle », et réalités psychologiques, tant comme ressenti que comme connaissances culturellement et historiquement situées. À partir de plusieurs exemples et d'études menées autour de ces questionnements, nous allons discuter ces différentes réalités du son dans leurs approches à la fois physicaliste et cognitive. Nous serons ainsi amenés à convoquer les notions de réalité virtuelle et d'écoutes, et, dans le cadre contemporain d'une cognition située, d'introduire les concepts de validité écologique et d'illusions référentielles.

### Abstract

*The recent boom in advanced technologies for multichannel sound, as well as of what we usually call « virtual reality » in the audiovisual field, encompass technical, scientific and even philosophical questions, and particularly one pertaining to the relationship between sound reality, as described by physics, and subjective experience of sound. More precisely, we will deal here with the relationship between physical description of sound propagation in space and the feeling of sound immersion. From a sound system engineering standpoint, we have to question where to place the cursor for a listener, between an acoustical description of sound restitution as close as possible to physical concepts, allowed by the latest technologies, and the referential illusion aroused by sound stimulations of a fictional audiovisual object. What appears at first glance to be a technical question may take benefits from recent knowledge and developments in cognitive science, which allow analysis and comprehension of the different realities coming into play : physical realities, « real » and « virtual », and psychological realities, as a feeling as well as a knowledge that is culturally and historically situated. Leaning on examples and studies led around these questions, we will discuss these different realities of sound in both physical and cognitive approaches. We also will convoke notions of virtual reality and listenings, and, within contemporary knowledge of situated cognition, introduce concepts of ecological validity and referential illusions.*

Le concept d'immersion sonore au cinéma et en diffusion audio sonorisée est associé à une évolution technologique complexe et à une démultiplication impressionnante du nombre de sources sonores, allant de quelques dizaines de haut-parleurs avec le système Dolby Atmos ou l'ambisonie, à plusieurs centaines avec la synthèse du champ sonore WFS (pour *Wave Field Synthesis*) ! Ce développement des technologies audio questionne les conceptions mêmes des « réalités sonores » : « réalités virtuelles »<sup>1</sup> en tant que re-productions acoustiques du monde physique réel, ou productions originales historiquement situées en tant que réalités culturelles et historiques, dont l'étude peut dès lors faire appel à la contribution des connaissances acquises en sciences humaines. En particulier, ces différentes réalités peuvent être, les unes comme les autres, objets d'investigations psychologiques de leur perception et ressenti.

Il s'agit tout d'abord de noter et clarifier en quoi la réalité virtuelle, produite par les technologies contemporaines, diffère de la réalité, dans la mesure où elles sont toutes deux des réalités physiques, réelles et matérielles, décrites par les sciences physiques. En outre, la notion d'immersion sonore, dès lors qu'elle est considérée à la fois comme réalité acoustique et comme expérience subjective, impose de préciser les différences entre les réalités physiques et psychologiques. En inversant la question, le sentiment d'immersion est-il réductible à la description strictement physique de ces réalités ? Nous faisons l'hypothèse que la connaissance de la perception par l'humain de ces différentes réalités physiques puisse contribuer au développement de nouvelles propositions de réalités augmentées et esthétisées dans le domaine artistique.

## Le bruit de(s) porte(s) : une question d'écoute

Appréhender l'immersion sonore comme expérience subjective suppose de se positionner du point de vue de l'être humain qui perçoit et interprète les différentes stimulations acoustiques et donc, de prendre en compte la connaissance des processus de perception, de mémorisation de ces réalités physiques, qui constituent la réalité de l'expérience vécue, comme réalité psychologique, et d'identifier en quoi cette réalité diffère de la réalité acoustique des stimulations sonores.

Partons, par exemple, de deux observations relatives au « *bruit de portes* » : l'une décrite par Mzali (2002) dans son étude sur le confort acoustique dans les TGV, l'autre empruntée à la recherche en acoustique musicale relative aux musiques contemporaines et, plus particulièrement, à une composition de Pierre Henry (Henry, 1963).

La première étude (Mzali, 2002) propose une approche du confort acoustique du train qui prend en compte à la fois sa description *analytique* comme entité physique – du point de vue des sciences de l'ingénieur, au même titre que les confort thermique, visuel, olfactif ou vibratoire –, et l'évaluation *globale* du confort par les voyageurs à partir de leurs perceptions multisensorielles dans leur usage de l'espace du train – à travers la qualité de l'assise des fauteuils, du calme, de leur place pour les jambes, etc. Il apparaît dans cette recherche que le confort acoustique est lié pour les voyageurs au ressenti d'immersion dans une ambiance sonore à laquelle contribuent des éléments non directement liés aux seules stimulations sonores<sup>2</sup>. En effet, une analyse linguistique précise d'entretiens menés à bord des trains TGV a permis d'observer des

1

« Réalité virtuelle », emprunté à l'anglais « virtual reality », introduit en français une ambiguïté, liée à la différence sémantique des adjectifs « virtuel » et « virtual ». On peut même considérer qu'il s'agit d'un oxymore : *virtuel* qualifie une réalité comme potentialité non réalisée, et donc contradictoire à une réalité physique existante. Dans l'acception maintenant attestée de cette expression dans le champ de l'Intelligence Artificielle, *virtuel* est alors synonyme d'*artificiel*, en opposition à la réalité « naturelle », comme artefact produit par des calculs informatiques de traitement de l'information, et repose sur les présupposés ontologiques d'un « réalisme ingénu » (voir Mantovani et Riva, 1999) concernant la réalité.

2

Sur la notion d'ambiance sonore, voir Augoyard (2007), Augoyard et Torgue (1995) et les travaux du CRESSON, ainsi que Dubois (2012).

réponses différentes à deux questions qui semblaient, à première vue, assez semblables, mais qui se sont révélées mettre en évidence deux types de perception du « bruit des portes » dans l'évaluation globale du confort acoustique des voyageurs :

**Q1 : Qu'est-ce qui pour vous est désagréable ?**

**Q2 : Qu'est-ce qui pour vous est gênant ?**

La première question Q1, sur le caractère « *désagréable* » ou non du confort à bord du train, suscitait, en ce qui concerne la modalité acoustique, des réponses brèves et factuelles rapportant un *phénomène acoustique objectif*, identifié comme celui émanant d'une source sonore : par exemple « le bruit des portes ». La question Q2, demandant ce qui est *gênant*, mentionnait également « le bruit des portes », mais les réponses étaient plus complexes, incluant la mention d'éléments circonstanciels comme « *le bruit des portes au passage d'un voyageur* », témoignant alors d'un événement suscité par une stimulation acoustique et produisant un *effet subjectif* particulièrement négatif. Le « *bruit des portes* » en tant que tel, en tant que *son* (phénomène acoustique), est considéré simplement comme « *désagréable* », mais devient « *gênant* » dès lors qu'il est perçu et interprété comme l'indice sonore d'un événement pouvant affecter le voyageur (comme le passage d'un autre voyageur dans le couloir, avec ses bagages, ou ramenant une tasse de café du bar)<sup>3</sup>.

On peut contraster cette observation avec celle qui concerne également des bruits de portes, mais cette fois « entendus » (au sens schaefferien de *perçus* et *conçus*) comme éléments musicaux dans les *Variations pour une porte et un soupir* de Pierre Henry (1963). Dans ce contexte de création musicale, l'enregistrement du bruit de porte est travaillé par le compositeur comme matière sonore, pour produire là aussi des effets sonores, mais

qui ont cette fois pour visée de susciter une « écoute réduite », du son pour lui-même (Schaeffer, 1966). Cette « écoute réduite » s'oppose à l'« écoute ordinaire » (Chion, 1983), celle observée, par exemple, dans les TGV. Alors que la première est centrée sur la qualification des propriétés du son lui-même, comme phénomène acoustique « en soi » indépendamment de ses causes, l'écoute « ordinaire » s'attache à l'identification des événements, des sources ou des actions qui ont produit le son (Gaver, 1993 ; Castellengo, 2015 ; Guastavino, 2021 ; Paté & Gaillard, 2021). Gaver insiste sur le fait que tout phénomène acoustique peut susciter l'un ou l'autre de ces types d'écoutes et que :

**la distinction entre écoutes ordinaire et musicale se fait entre expériences, et non entre sons<sup>4</sup>.**

Dès lors que les sons sont perçus comme sons « en soi », abstractions génériques de « bruit de porte » ou formes acoustiques, ils sont susceptibles d'être générateurs d'émotions esthétiques, tel le peintre manipulant la matière colorée des pigments pour produire des effets colorés, ou le compositeur de parfums mélangeant des odorants pour créer des parfums comme formes olfactives originales sans référentiel dans le monde « réel », ordinaire, des couleurs ou des odeurs (Cance, 2021 ; Dubois, 2021). Ces sons, couleurs ou parfums diffèrent des sons, couleurs ou odeurs ordinaires « naturels », en ce qu'ils sont des *artefacts*, des réalités artificielles produites par des artistes, compositeurs dont le savoir-faire permettent de sélectionner certaines des propriétés des matériaux sonores, picturaux, olfactifs qui sont susceptibles de produire des effets à la fois semblables et différents, de la perception des objets « réels » ordinaires ainsi re-présentés. Cette re-présentation est cependant non exhaustive et vise à orienter les processus cognitifs, soit vers une écoute ordinaire « réaliste » évocatrice de ►

**3**

Le participe présent du verbe *gêner* traduit le caractère effectif de la gêne, alors que le suffixe *-able* de l'adjectif *désagréable* indique une propriété du son comme potentialité de l'effet produit par la stimulation sonore. Cette interprétation s'est trouvée corroborée dans d'autres corpus contrastant l'usage de participe présent ou passé versus une suffixation en *-able* (siège incliné/inclinable, plaisant/agréable, etc.)

**4**

« The distinction between everyday and musical listening is between experiences, not sounds » (Gaver, 1993, p. 1, notre traduction)

réalités précédemment éprouvées, soit au contraire vers une écoute réduite, en suscitant un décalage et ainsi, réflexion et émotion.

Ces deux exemples invitent à prendre en compte une diversité de réalités, tant celle des réalités physiques matérielles : « naturelle », mais aussi artéfactuelles, à savoir artistiques et/ou « virtuelles », que celle des réalités psychologiques, vécues, résultant des différents processus induits par ces différents types de stimulations sonores. En quoi ces réalités diffèrent-elles ? Tout d'abord dans leur visée : si du point de vue perceptif, il s'agit soit d'identifier un événement pour ajuster un comportement adapté, soit d'éprouver une émotion artistique, que visent les réalités qualifiées de « virtuelles », produites par les technologies contemporaines ? Visent-elles à produire une description, une re-production exhaustive et « objective » susceptible de se substituer à une réalité du monde « réel » et, le cas échéant, laquelle ?<sup>5</sup> Ou bien ont-elles pour objectif de produire, à partir de ces mêmes outils technologiques, des effets sonores suscitant des expériences sensibles, semblables à celles antérieurement vécues par les auditeurs, qu'il s'agisse de leur écoute ordinaire du monde ou d'une écoute réduite suscitée par d'autres modes de productions sonores, comme la musique ? Laquelle de ces réalités est visée par les réalisations des ingénieurs du son, tant dans la réalisation de bruitages et de narrations fictionnelles cinématographiques ou radiophoniques, que dans la restitution de performances musicales ?

Une première ébauche de réponse peut être trouvée par un détour dans les recherches psychologiques et anthropologiques plus largement développées dans le domaine visuel, comme celles de Hutchins (2008). Hutchins a ainsi montré que les navigateurs des îles

Trobriand utilisent les étoiles comme « boussoles » pour orienter les pirogues dans leur navigation entre les îles. S'ils peuvent voir les étoiles individuelles comme telles, c'est cependant lorsque chacune d'elles est inscrite dans une constellation qu'elle fait sens comme indicateur de la direction à suivre. Et de développer l'idée, que nous avons évoquée précédemment, de deux processus psychologiques « voir » (ou écouter) et « voir comme » (ou écouter comme) : « voir une étoile comme » dans une collection d'étoiles, dans une constellation, est un acte d'imagination et non une simple perception comme « voir » une étoile<sup>6</sup>. Ces observations sous-tendent la notion de « système de cognition distribuée » ou « unité d'écologie cognitive » (Hutchins, 2010 ; Theureau, 2020) et permettent de relier différents types de connaissances, celles issues de l'expérience sensible individuelle et celles relevant des interprétations et représentations collectives, mythes et croyances tout comme connaissances scientifiques. Transposée dans la modalité auditive, cette conception d'une « cognition située » conduit à différencier « écouter » une source sonore localisée dans l'espace comme un acte perceptif, et « écouter comme » cette même stimulation, par exemple dans un ensemble orchestral, en s'immergeant dans une constellation d'objets sonores qui, par notre imagination, forment un tout dans une écoute musicale globale.

La question du réalisme se trouve dès lors déplacée d'une référence unique à la physique vers diverses représentations et interprétations de ce « réel », que différents individus et communautés d'individus y appliquent en fonction des situations d'écoute, de leurs attentes et de leurs connaissances préalables. La prise en compte de ces différentes réalités, qu'elles soient physiques, sensorielles ou cognitives, mais toutes aussi réelles, peut conduire à différents modes

5

On pensera par exemple au domaine médical où la réalité virtuelle permet aujourd'hui des interventions chirurgicales à distance, mais aussi plus généralement à des problématiques de déplacements au sein de différents espaces où les notions d'immersion et de narration sont d'une grande importance (Gorini *et al.*, 2011).

6

« Individual stars are **seen**, but groups of stars **are seen** as a related collection, a constellation. Seeing a constellation is an act of imagination, not a simple perception. A constellation may be **seen as** having a shape, a name and even a persona. This phenomenon of "seeing as" is both very old and absolutely fundamental to cognition » (Hutchins, 2008, p. 2013)

d'intervention sur le « réel ». En effet, un « bruit de porte », jugé « désagréable », suscitera une amélioration acoustique du son ; mais, évalué comme « gênant » à cause du passage d'un voyageur, ce même bruit entraînera une réponse spatiale relative à l'emplacement des sièges près des portes. Le « bruit de porte » comme son musical, comme artéfact médiatisé par des dispositifs instrumentaux, suppose, quant à lui, une éducation de l'auditeur et une certaine définition de la musique qui varie selon les époques et qui se trouve diversement acceptée ou récusée par différents publics.

Dès que l'on tient compte de la présence d'auditeurs, la question du réalisme peut se trouver reformulée : dans quelle mesure une seule description physique du signal acoustique peut-elle rendre compte de ces différentes réalités à la fois physiques et cognitives ? Ou encore, de quelles réalités, physiques et psychologiques, la *réalité virtuelle* que proposent les dispositifs techniques immersifs contemporains doit-elle, peut-elle et entend-elle rendre compte ? Comment identifier les caractéristiques de ces différentes réalités cognitives qui, certes toutes aussi réelles les unes que les autres, diffèrent néanmoins quant aux processus de leur objectivation : exploration expérimentale des réalités physiques, matérielles, ou investigation psychologique de la subjectivité. En outre, après avoir identifié le vécu des auditeurs, qu'ils soient immergés dans la réalité ordinaire ou dans une réalité virtuelle, comment implémenter cette réalité cognitive dans des dispositifs techniques tels qu'ils sont disponibles ou concevables actuellement ?

## L'immersion sonore : technologies et cognition située

La question du réalisme se pose dès la captation des phénomènes sonores à l'aide de microphones, où se dessine une influence déterminante sur la fidélité du signal acoustique « prélevé » dans un espace donné. Tout aussi déterminante est la manière dont ce signal physique sera restitué dans d'autres lieux, comme une salle de cinéma, un théâtre, un salon ou encore une cuisine, un parc ou une rue passante, à travers le choix du dispositif de diffusion (Figure 1 et Figure 2). Ce signal, diffusé sur un nombre plus ou moins conséquent de haut-parleurs, sera néanmoins privé des nombreuses informations non-acoustiques du contexte de l'espace où il a été prélevé. Il sera dès lors toujours susceptible d'être interprété différemment en fonction de son niveau de réalisme physique et, du fait de sa décontextualisation, il pourra également susciter des traitements cognitifs différents de celui de la situation « ordinaire » (Vogel, 2013). Les choix technologiques actuels permettent cependant aux ingénieurs et techniciens de proposer une ou plusieurs perspectives d'écoute prédéterminées par la prise et la restitution du son et, corrélativement, de redéfinir le concept même de réalisme. Ainsi, l'approche « audio orienté objet »<sup>7</sup> redéfinit-elle non seulement la spatialisation du son sur des systèmes immersifs en multicanal, mais également la façon de capter les sons, en abandonnant généralement la stéréophonie au profit de la multi-monophonie ou d'antennes microphoniques (cf. Messonnier *et al.*, ce numéro : chapitre 6).

Qu'il s'agisse de la captation du son ou de sa restitution, les choix techniques se doivent dès lors de prendre en compte la nature du son (musique, type de musique, voix, bruitage), liée au lieu d'émission et aux lieux ►

### 7

Le format audio orienté objet décrit un espace sonore en termes d'événements audios joués depuis des positions spécifiques d'une salle (Denizot, 2016). « [Il] diffère de la conception classique des salles de cinéma où le son est spatialisé par rapport au spectateur (système égocentrique), et propose un système allocentrique basé sur la spatialisation du son dans l'auditorium. » (Denizot, 2016, p. 31) Il contient des métadonnées qui accompagnent l'information audio brute et qui informent des données spatiales géométriques.



**Fig 1. Les échos de la Saline, parcours sonore immersif avec 40 haut-parleurs disséminés dans les arbres, Saline Royale d'Arc-et-Senans, 2016. Œuvre collective d'A. Bertini, P.-L. Cassière, B. Farey, G. Malatray et C. Vogel, informatique : G. Bertrand, commissariat : L. Viard, A. Catherine et L. Molliard. (© C. Vogel, 2016)**

d'écoute, comme c'est le cas notamment du point de vue de l'acoustique des salles. Ce sont alors les décisions des acteurs humains, tant les producteurs que les auditeurs, qui s'avèrent primordiales et qui doivent être explicitées. Le réalisme est alors lié aux performances du dispositif technique lui-même, à l'interpénétration entre son et lieu, aux intentions de l'artiste, du directeur artistique ou de l'ingénieur du son et ce, pour un public donné (cf. Turquety, ce numéro : chapitre 1). Le paradigme de la restitution sonore se trouve relativisé, non seulement en fonction des contraintes des différents espaces physiques, mais également en référence à des « humains », pour l'instant limités aux artistes ou à l'ingénieur du son, c'est-à-dire aux producteurs du son, avant que les « récepteurs », les auditeurs, ne soient eux aussi, à leur tour, pris en compte.

Un détour par l'évolution des recherches sur la réalité virtuelle, davantage explorée dans le domaine visuel,

permet là encore d'apporter des éléments de discussion. Les technologies de réalité virtuelle développées dans le domaine des Interfaces Homme/Machine reposent massivement sur des présupposés hérités de la tradition positiviste et des pratiques expérimentales de la psychophysique. Il s'agit de construire des dispositifs à même de proposer des simulations du réel qui soient les plus fidèles possibles au réel tel qu'il « existe » (Pausch *et al.*, 1997 ; Mantovani & Riva, 1998). Ce sont les caractéristiques techniques de ces dispositifs qui prévalent en faisant le pari que le degré de réalisme suit et suivra l'évolution des techniques (rapidité des processeurs, résolution des systèmes visuels de reproduction...) : plus le système est sophistiqué et complexe, calculé avec une précision toujours plus grande, moins le décalage avec le « réel » ne devrait se percevoir. Dans cette perspective objectiviste, l'utilisateur, mais aussi le concepteur, sont de fait exclus (Fuchs *et al.*, 2001 ; Grumbach, 2004 ; Milon, 2006). Cependant, selon Riva & Mantovani (1999) :

**la réalité n'est pas hors de ce monde, quelque part "extérieure" à l'esprit des gens, échappant à la négociation sociale et à la médiation culturelle ; la réalité est co-construite dans sa relation entre acteurs et leurs environnements à travers la médiation des artefacts.<sup>8</sup>**

Il faut ainsi davantage concentrer les efforts sur l'interaction entre l'environnement tel qu'il a été créé, les personnes qui y évoluent, les objets qui en font partie et qu'il s'agit de « simuler ». Ce changement de positionnement épistémologique introduit le concept de *présence* explicitement défini comme construction cognitive - et donc culturelle -, au même titre que la description de *la* réalité décrite par les sciences physiques (Mantovani & Riva, 1999).

8

« Reality is not out there in the world, somewhere "outside" people's minds, escaping social negotiation and cultural mediation; reality is co-constructed in the relationship between actors and their environments through the mediation of the artifacts » (Riva & Mantovani, 1999, notre traduction).

On illustrera cette question à partir des recherches de Cance sur la pertinence des réalités virtuelles, développées à la demande de l'industrie automobile pour l'aide à la conception de simulateurs conçus pour évaluer la qualité visuelle de l'habitacle automobile (Cance, 2008 ; Cance *et al.*, 2009). Au cours de ces recherches, une attention particulière a été portée sur les couleurs des différents matériaux en proposant plusieurs dispositifs expérimentaux de présentation des habitacles : deux habitacles réels de véhicules à l'arrêt, un dispositif 2D restituant des images fixes sur un écran et un dispositif 3D d'immersion visuelle CAVE (acronyme de « *Cave Automatic Virtual Environment* »), avec suivi de mouvement des têtes des participants. Ces recherches ont mis en évidence que les dispositifs de simulation visuelle 2D et 3D induisent des rapports différents à l'espace, ainsi que des différences majeures selon la familiarité des dispositifs pour les personnes interrogées. Cette familiarité conditionne l'illusion de réel et, par là même, l'orientation des processus cognitifs : soit sur le « réel » représenté par le dispositif, soit sur la cohérence perceptive du dispositif lui-même, à savoir l'écart entre le dispositif et le « réel » perçu. Dans le dispositif 3D de réalité virtuelle, les individus peu familiers évaluent le dispositif non comme des représentations d'un monde préexistant, mais comme une expérience sensible nouvelle, originale, et ce, à la différence des ingénieurs qui ont conçu et construit le système. Pour ces derniers, le dispositif s'ajuste adéquatement, formellement au « réel ». Cependant, en réponse à la demande de l'industriel qui souhaitait valider le dispositif de réalité virtuelle comme mode de présentation des modèles mis à la disposition des acheteurs potentiels, le dispositif de réalité virtuelle rate sa cible et ne constitue pas un substitut « équivalent » au « réel » qui puisse être pertinent pour les clients. À l'inverse, la familiarité des clients avec le dispositif 2D et

le type de représentations visuelles qu'il offre permet, jusqu'à un certain point tout au moins, une illusion référentielle et une évaluation de l'ambiance elle-même et non du dispositif, comme c'est évidemment aussi le cas en concession dans des modèles vraiment « réels ». Cette familiarité confère ainsi au dispositif



**Fig 2 : Klangstall, quatre installations sonores immersives de C. Vogel dans une ancienne étable de montagne, Gadäwäg, Klosters, Suisse, 2017. Commissariat : Gasser, Derungs, Zurich. (© C. Vogel, 2017)**

2D un meilleur réalisme conçu comme une certaine « transparence référentielle »<sup>9</sup>. Cependant, il n'en demeure pas moins que si, même dans ce cas, ce n'est pas le dispositif qui est évalué, le mode d'évaluation reste contraint par le dispositif et renvoie davantage à l'évaluation de l'ambiance de l'habitacle comme image, représentation, et non comme un espace, réalité vécue par le sujet. Les mêmes problématiques se posent en réalité augmentée et sont abordées dans ce numéro (Bauer, ce numéro : chapitre 3).

Les recherches dans le domaine visuel que nous venons ►

## 9

La question de la familiarité des dispositifs renvoie ainsi à la question de l'interculturalité et au problème de l'adéquation des représentations aux différents modes de pensée, modes de structuration du monde, de l'expérience sensible et des connaissances (Misra et Gergen, 1993). Elle renvoie également à la problématique des expertises, qui peuvent être envisagées comme différents modes d'appréhension du monde, comme prises de position sur le monde qui le rendent familier (Morange *et al.*, 2005).



de rapporter montrent que le concept de réalisme se doit de prendre également en compte celui qui perçoit le monde « virtuel », comme monde construit, comme artéfact, et donc pose la question du *réalisme pour qui ?* Dans le domaine auditif, bien souvent, l'auditeur reste, soit absent, soit très abstrait, « universel », ou encore rapporté à des conditions « objectives » génériques d'écoute, prenant en compte des variations de sa position dans l'espace physique, comme le « *sweet spot* » ou la « zone d'écoute », dans différents types de lieux ou dans le choix de l'artiste ou du concepteur sonore. Les nouvelles technologies numériques aggravent en quelque sorte ce constat dans la mesure où elles permettent d'une part, la conception de dispositifs sophistiqués de plus en plus « réalistes », en créant des réalités virtuelles multimodales à partir du traitement unifié de l'information audiovisuelle ; et d'autre part, sur le plan conceptuel, ces technologies conduisent à développer, en psychologie, des modèles cognitifs reprenant la longue tradition de fascination de nos cultures pour leurs productions techniques. Ainsi, si Descartes, à l'ère du machinisme naissant, considérait les humains comme des automates, les technologies numériques de l'Intelligence Artificielle et des « réalités virtuelles » assimilent le fonctionnement cognitif humain à un système de traitement de l'information. La conceptualisation des processus perceptifs demeure influencée par les modèles et connaissances implantés dans les technologies contemporaines de chaque époque, même si, au sein des sciences cognitives, la connaissance du fonctionnement humain peut intervenir dans l'aide à la conception des artéfacts « cognitifs ». Les conceptions des ingénieurs concepteurs, comme d'ailleurs celle des psychologues cognitivistes<sup>10</sup> actuels, reposent de fait sur l'idée d'un auditeur abstrait, certes universel, mais non situé dans un espace sociologique et culturel, dont l'expérience

sensible s'inscrit dans un espace de pratiques qui puisse rendre compte de la diversité des écoutes qui ont façonné ses expériences antérieures. Ce sont ces expériences qui rendent réalistes les réalités virtuelles. Dans certaines situations cependant, les progrès technologiques permettent des avancées spectaculaires. Il en va ainsi de la réverbération active par exemple, qui confère aux musiciens une sensation de confort considérablement améliorée par rapport à l'acoustique naturelle d'une salle de répétition (Baranger, 2021). Les musiciens peuvent alors jouer en adoptant les conditions acoustiques de jeu d'une salle de concert ou en optimisant simplement la qualité d'écoute pour jouer. Ces réverbérations actives, installées dans des salles de spectacles et optimisées grâce à l'expertise pratique des ingénieurs du son, modifient la sensation d'immersion sans même que le public n'ait conscience de la présence d'un quelconque dispositif électroacoustique (Jullien, ce numéro : chapitre 5).

### L'espace sonore : réalités et illusions référentielles

Ces questions s'avèrent encore plus saillantes dès lors que l'on prend en compte les relations entre le son et l'espace, et le rôle décisif du son dans la perception de l'espace, qu'il s'agisse des recherches sur les ambiances sonores urbaines, les « *soundscape* », ou des recherches sur le son musical, problématisées à travers le concept d'immersion. L'exemple du *deep listening*, qui consiste à s'approprier les caractéristiques acoustiques d'un lieu pour en proposer une expérience artistique, permet de constater que l'espace est bien un paramètre musical polysémique dont les implications perceptives sont riches et diversifiées (Féron, ce

10

*Cognitif vs cognitiviste* : l'adjectif *cognitif* qualifie ce qui relève de la connaissance, alors que *cognitiviste* renvoie à un des cadres théoriques en psychologie relatif à la prise en compte des phénomènes cognitifs influencé par le modèle computationnel, en termes de traitement de l'information.

numéro : chapitre 4). Par ailleurs, les recherches sur les environnements sonores ou sur les ambiances urbaines (Guastavino, 2021 ; Dubois et al., 2006) ont montré que les bruits urbains pouvaient également susciter, en situation « réelle », différents types de traitements cognitifs et ainsi, produire différentes réalités psychologiques : soit comme perception d'un indice sonore d'un événement du monde, comme une voiture qui passe, des enfants qui crient, des oiseaux qui chantent..., soit comme perception du son pour lui-même, comme le bruit de fond urbain, une intensité sonore trop forte sans relation imputable à une source particulière. Ainsi, lors du transfert des études de terrain sur les ambiances urbaines en laboratoire, afin d'identifier plus précisément les propriétés physiques du son responsables de la qualité des ambiances, il s'est avéré que ces deux approches perceptives étaient très sensibles au type de dispositif d'enregistrement et de restitution du son : les enregistrements et la restitution stéréophoniques et binauraux s'avéraient équivalents et suffisamment réalistes pour l'identification perceptive en laboratoire de sources sonores, alors que la sensation d'immersion dans l'espace sonore urbain requérait un enregistrement et une restitution spécifique, de type ambisonique (Guastavino, 2009).

C'est donc en fonction d'une conception *située* de la diversité des processus perceptifs humains que peut être établi le réalisme comme validité écologique des dispositifs techniques introduits précédemment. Leur finalité n'est alors pas de re-produire le plus exactement possible *la* réalité physique, mais bien de susciter chez celles et ceux qui les utilisent des processus psychologiques et des comportements similaires à ceux qui se produisent dans le monde « réel », ordinaire, comme c'est empiriquement le cas par exemple des appeaux qu'utilisent les chasseurs et qui constituent

des leurres adéquats pour attirer des congénères (Despret, 2012). Pour reformuler ces observations dans le domaine sonore, les « simples » dispositifs d'enregistrement et de restitution stéréophoniques satisfont cette illusion référentielle d'un espace sonore pour la reproduction en laboratoire des bruits de sources sonores (voitures, signaux d'avertissements, etc.) ou de perception frontale de l'espace. C'est ce qui a été observé lors de la comparaison des réactions des auditeurs à différentes situations d'écoute : in situ dans des situations ordinaires ou en laboratoire sur un système de diffusion, afin de vérifier les stratégies d'écoute adoptées. Les réponses identiques dans les deux situations ont permis de considérer que les stratégies d'écoute sont similaires et que l'écoute en laboratoire, dans laquelle le son a été abstrait du « monde réel », reste écologiquement valide, à condition toutefois d'être re-situé dans un cadre orienté par les consignes d'écoute (Vogel *et al.*, 1997 ; Vogel, 1999 ; 2000)<sup>11</sup>. En revanche, l'étude du sentiment d'immersion du public dans une ambiance donnée nécessite des dispositifs techniques immersifs de type ambisonique (Guastavino, 2007), *wave field synthesis* (Corteeel, 2004) ou Dolby Atmos au cinéma pour des écoutes sur haut-parleurs, ou encore des systèmes binauraux pour des écoutes au casque, notamment les systèmes de réalités virtuelle et augmentée (cf. Bauer, ce numéro : chapitre 3). Avec ces récentes propositions immersives, ce sont les nouvelles approches orientées objet (cf. Jullien, ce numéro : chapitre 5), ainsi que la prise en compte des fonctions de transfert de la tête de l'auditeur<sup>12</sup> qui ouvrent de nouvelles voies de recherches.

En d'autres termes, il s'agit, pour l'étude en laboratoire des environnements sonores, non pas de viser de manière générique une reproduction réaliste la plus exacte et la plus exhaustive des signaux sonores captés ►

<sup>11</sup>

Sur les consignes et leur rôle dans la validité écologique des situations expérimentales voir Dubois et al. (2021)

<sup>12</sup>

Mesures des HRTF, pour *Head Related Transfer Functions*, qui diffèrent d'un individu à l'autre.

dans l'environnement par les dispositifs techniques, mais de produire une stimulation qui suscite une illusion, une *fiction référentielle* suffisante pour que l'auditeur réagisse « comme si » il était en situations réelles lorsqu'il déambule dans la ville. Le réalisme de cette illusion se doit alors de tenir compte des réalités psychologiques de l'auditeur et donc, non seulement de la réalité physique des stimulations qu'il éprouve, mais aussi de celles qu'il a éprouvées au préalable, qu'il a mémorisées et qui lui permettent d'interpréter le signal. C'est ce que nous désignons, dans le cadre de la recherche en perception, comme la *validité écologique* des dispositifs expérimentaux (Gibson, 1979 ; Dubois *et al.*, 2021). C'est d'ailleurs ce qui se trouve empiriquement réalisé par les savoirs faire des bruiteurs pour la sonorisation des films : ils réalisent des prototypes, quasi-caricatures de sons dont le succès est de donner l'illusion d'un réel ressenti, en tenant compte et en intégrant dans l'objet sonore produit des éléments déclencheurs d'émotions, comme peut l'illustrer le son d'une pastèque découpée pour susciter l'illusion et l'émotion d'un couteau transperçant un corps (*Psychose* d'Alfred Hitchcock, 1960).

Dans le domaine musical, le même type de remarques ont pu être également formulées. Turquety (ce numéro : chapitre 1) rapporte que Evan Parker a régulièrement souligné l'impossibilité de distinguer le son de l'instrument de l'espace dans lequel il est joué, comme, dans notre cas, le son du dispositif de sa restitution en laboratoire. Le réalisme se trouve ainsi relativisé à la position dans l'espace et au type de sources ; les questions de l'équilibre des timbres des différents instruments d'un orchestre par exemple, en fonction de leur rayonnement et leur directivité, restent posées, car les technologies actuelles de réalité virtuelle ne sont pas encore capables d'en rendre

compte. De même, si un grand nombre de paramètres physiques en acoustique des salles sont bien identifiés et donnent lieu à des modèles hautement précis et performants, qu'en est-il de la description acoustique des différents timbres qui conditionnent l'identification des sources sonores, et sur la base de laquelle s'effectue le jugement perceptif des qualités acoustiques à la fois de l'instrument et de la salle de concert ? Sans compter les critères de la qualité de la restitution d'un concert, en situation réelle, qui tiennent également compte des « réponses » de la salle selon son remplissage, et également des perceptions différentes des auditeurs selon leurs places, autant de paramètres liés au « contexte » de la production sonore en situation d'écoute en concert.

Cependant, à la différence de la recherche sur les environnements sonores urbains dans lesquels le bruit est subi, dans le domaine musical, la non-prise en compte de l'auditeur lui-même est encore plus problématique, car la musique est produite pour être écoutée. Ainsi, même dans le cas d'enregistrements musicaux, pour lesquels la position d'écoute est « figée », il s'agit de prendre en compte non seulement le type de son reproduit, le style musical et les interprètes, mais également les destinataires : l'amateur, le spécialiste d'un auteur/compositeur, d'un orchestre ou de son chef, sont, du fait de leurs différentes cultures musicales, diversement sensibles aux multiples interprétations et restitutions possibles d'une « même » œuvre.

## Réalités et productions culturelles

L'étude du « réalisme » des dispositifs audio ne peut ainsi se contenter de l'enregistrement et de la restitution d'un signal acoustique qui existerait « en soi », par

des dispositifs fussent-ils des plus sophistiqués, sans tenir compte ni de la diversité des objets sonores, non réductibles aux seules vibrations, ni des processus psychologiques qui permettent de faire sens pour les différents auditeurs potentiels et visés par la réalisation technique. C'est ce qu'illustre un dernier exemple relatif à la restauration d'un enregistrement ancien à travers l'évaluation de la qualité sonore de diverses versions d'un enregistrement monophonique de 1907 d'un opéra de Leoncavallo chanté par Caruso (Morange *et al.*, 2005 ; 2007).

Tout comme pour la restauration d'édifices architecturaux - on pensera par exemple aux vifs débats pour la reconstruction de la cathédrale Notre-Dame à Paris -, la restauration d'anciens documents sonores en vue de leur diffusion auprès du public soulève de nombreuses questions dont celles du réalisme de la restitution : doit-on laisser l'enregistrement sonore dans son état originel en tant que marque d'*authenticité*, avec tous les problèmes d'intelligibilité que cela peut présenter (craquements, bruit de fond...) ? Cette question de l'authenticité est d'ailleurs intimement liée au support physique : le disque vinyle ou le cylindre de cire. Que signifie l'authenticité d'un son seul dont le contenu présente des craquements supposant la présence du support ? Doit-on au contraire « nettoyer » certains bruits parasites ou essayer de retrouver, grâce aux technologies contemporaines plus sophistiquées, l'état originel ? Mais de quoi : du son fidèle tel qu'il a été émis, mais disparu à tout jamais, ou de l'enregistrement premier, à travers un pavillon et une aiguille traçant son sillon sonore dans la cire ? Ou plutôt de manière illusoire et mythique de la production du son telle qu'elle a été produite à l'époque dans une chambre d'hôtel ? Ou encore plus prosaïquement, s'agit-il de mettre le son au « goût du jour » en remasterisant

l'enregistrement ancien à des fins commerciales, au risque de dénaturer largement la version originale, par l'ajout de réverbération et d'effets stéréophoniques pour donner l'illusion d'un concert contemporain à la Scala de Milan ?

Dans un projet collectif réunissant des spécialistes en archives sonores, en techniques du son, en linguistique et en psychologie cognitive, une étude originale sur l'évaluation cognitive de différentes versions remasterisées d'un enregistrement musical ancien a été réalisée (Morange *et al.*, 2005). Il s'agissait de onze enregistrements numérisés, dont dix commercialisés sous forme de CD audio, édités entre 1989 et 2004, de l'opéra *Pagliacci*, de R. Leoncavallo (1890), tous développés à partir du même enregistrement sur cylindre de cire considéré comme original de E. Caruso en 1907. Une onzième version a été remastérisée par nous-mêmes, dans un souci de recherche d'un maximum d'authenticité du lieu et des conditions de captation. Le questionnement a sollicité des personnes d'âges différents (- de 30 ans et + de 60 ans, en 2004), celles-ci étant différemment familières aux supports analogiques et numériques et, par conséquent, à des types de qualité de rendu sonore spécifiques à différentes époques, allant de l'ère du disque vinyle et du phonographe à l'ère du CD audio, introduit en 1983. En outre, certaines personnes se trouvèrent différemment concernées par l'évaluation de ce matériau sonore : les « experts », tels les ingénieurs du son, acousticiens, amateurs de chant lyrique, musiciens ; les « non-experts », personnes pas ou peu intéressées par la musique et le son. De cette façon, les critères de qualité sonore - corrélée à l'expertise des sujets - et d'objet culturel historiquement situé - corrélé à l'âge des sujets - liés au document sonore conduisent à évaluer l'ensemble des critères ►

de catégorisation « subjective » de ces différentes populations et leurs couplages avec les descriptions de référence en sciences physiques. Ces recherches ont montré que l'écoute monophonique d'un opéra de Caruso suffisait à permettre l'abstraction nécessaire pour créer l'illusion référentielle de l'événement musical de l'époque, et les réponses de l'ensemble des auditeurs ont mis en évidence que les séquences les plus retravaillées, nettoyées, filtrées et réverbérées sont les plus appréciées, au détriment des séquences laissées proches du document sonore originel bruité, contenant les artéfacts liés au support analogique et pouvant susciter une certaine nostalgie liée au son d'époque. Les auditeurs experts de tous âges que nous avons interrogés ont préféré les sons nettoyés de leurs défauts techniques, équilibrés dans le spectre, ainsi que ceux ayant un apport de réverbération, ce qui modifie de fait le caractère authentique de l'archive sonore. Par ailleurs, il est intéressant de constater que la onzième version, remasterisée par nos soins, n'a suscité ni adhésion ni rejet de la part des participants. Il y a certainement eu dans cette approche « neutre » une attitude trop peu engagée pour aller dans le sens de choix forts, voire clivants, entre auditeurs cherchant le son d'époque d'une part, et participants sensibles à la transformation de l'archive sonore et à la création d'artéfacts anachroniques ou non situés d'autre part. Là aussi, nous retrouvons l'importance d'un choix, d'une direction artistique, qui oriente l'écoute des participants (Castellengo, 2010).

En tout état de cause, sur le plan du réalisme qui nous concerne ici, ces recherches ont mis en évidence le fait que les enregistrements sonores sont des objets complexes qui suscitent une diversité d'expériences sensibles, et dont l'évaluation dépend des expertises et motivations d'une grande diversité d'acteurs et

d'auditeurs. Ainsi, les enregistrements peuvent-ils être considérés comme :

- des *objets techniques*, analysés selon des critères de « réalisme » qui évoluent en fonction des technologies du son et de leur maîtrise ou intérêt par les auditeurs ;
- des *objets sonores* analysés selon des paramètres physiques, dont l'évaluation dépend des connaissances scientifiques en acoustique et dont la pertinence varie en fonction des types de sources sonores (voix, musique, parole, bruits de sources, environnements sonores...) ;
- et surtout, des *objets culturels* évalués par une diversité d'auditeurs en fonction de leur inscription dans une époque, contemporaine ou datée, leur expertise et intérêt vis-à-vis du sonore ou vis-à-vis du style, du genre de musique, de l'exécution de l'œuvre et de son contexte, dont le réalisme, comme fiction référentielle vécue, doit être pris en compte.

Les différents exemples que nous avons abordés relatifs aux jugements de scientifiques, ingénieurs, techniciens, ou d'artistes, musiciens amateurs, mélomanes, ou tout simplement d'utilisateurs de notre monde, conduisent régulièrement à questionner, non plus le « réel » qu'il s'agirait de re-présenter, mais les différentes réalisations des réalités, virtuelles ou « réelles », tout aussi physiques et formalisables les unes que les autres. Celles-ci dépendent certes des connaissances physiques, tout comme des performances possibles des systèmes techniques. Cependant, dès lors que ces réalisations sont considérées comme des objets culturels à destination de divers publics, elles se trouvent - comme d'ailleurs la « réalité vraie » - également « situées » dans un

espace historique et sociologique, en fonction de points de vue qui peuvent être multiples et divers. Ainsi, d'un point de vue physicaliste, il ne s'agit plus de considérer par exemple l'immersion sonore ou un événement musical comme des objets spatio-temporels réductibles à une liste de propriétés acoustiques associées à des dispositifs technologiques, et indépendantes de la nature même de ces objets. Car, d'un point de vue cognitif, ces objets techniques font sens sous de multiples aspects, à commencer par la familiarité diverse des usagers à l'égard de ces objets. Aussi, en modifiant leurs propriétés acoustiques, il est possible de décider (ou non) de préserver le caractère historique de l'objet sonore, ou sa capacité d'immersion perceptive. Il en va de même dans le cas d'une production artistique, dont il faut alors rendre compte du style, de l'interprétation, de l'appartenance à un genre, une culture, un ensemble de valeurs symboliques, etc.

À l'aune des différents exemples décrits et analysés précédemment, nous pouvons ainsi établir cinq conceptions de l'immersion qui, malgré son caractère éminemment plurisensoriel, peut être étudiée en la restreignant au domaine sonore, mais en tenant compte des capacités cognitives humaines à traiter diversement les stimulations acoustiques selon les finalités de l'écoute : *l'immersion physique* « naturelle », dans le monde réel, espace mesurable et milieu de perception et d'action de l'être humain ; *l'immersion virtuelle*, dans une reconstruction physicaliste et cognitiviste du monde réel ; *l'immersion artéfactuelle*, réalité artificielle issue d'une proposition artistique de notre environnement ; *l'immersion écologique*, illusion référentielle et abstraction cognitive permettant de transposer le monde réel au laboratoire, à la salle de cinéma ou à toute représentation non diégétique et/ou anachronique, fictionnelle du monde ; et enfin,

*l'immersion culturelle*, nécessairement cognitive et qui passe par le prisme du vécu et de l'expertise. L'explicitation de ces cinq types d'immersion constitue une grille d'analyse qui bien évidemment n'exclut pas leurs interdépendances. Par ailleurs, le concept d'immersion, tel que nous l'envisageons dans cette approche pluridisciplinaire, tient compte tout autant de la réalité physique des stimulations acoustiques et de l'environnement de propagation, que de la diversité des traitements cognitifs associés à leur perception.

Pour reprendre Descartes dans ses *Méditations métaphysiques* (3.19) :

**Quant aux autres choses, comme la lumière, les couleurs, les sons, les odeurs, les saveurs, la chaleur, le froid, et les autres qualités qui tombent sous l'attouchement, elles se rencontrent dans ma pensée avec tant d'obscurité et de confusion, que j'ignore même si elles sont véritables, ou fausses et seulement apparentes, c'est-à-dire si les idées que je conçois de ces qualités, sont en effet les idées de quelques choses réelles, ou bien si elles ne me représentent que des êtres chimériques, qui ne peuvent exister.**

L'artificiel et le virtuel s'inscrivent donc, tout comme la « vraie » réalité, en tant que réalités matérielles, perçues et interprétées, dans un contexte historique et socio-économique où la création artistique est elle-même liée au développement technologique et donc à l'industrie de l'audiovisuel. Prendre en compte les propriétés des objets techniques dans leur production comme réalités artéfactuelles, situées dans leur contexte historique et culturel de création, c'est ainsi expliciter les finalités de la création pour des publics eux aussi pluriels. ►

## Bibliographie

- > Augoyard, J.-F. (2007), A comme Ambiance(s). In *Les Cahiers de la recherche architecturale et urbaine 20/21*, L'espace anthropologique, pp. 33-37.
- > Augoyard, J.-F., Torgue, H. (1995), *Répertoire des effets sonores, à l'écoute de l'environnement*. Marseille, France: Parenthèses.
- > Baranger, F. (2021), *La réverbération active dans le confort du musicien*, Mémoire de Master, Conservatoire National Supérieur de Musique et de Danse de Paris. France.
- > Cance, C. (2008), Expériences de la couleur, ressources linguistiques et processus discursifs dans la construction d'un espace visuel : l'habitable automobile (Doctorat. Université Paris 3).
- > Cance, C., Giboreau, A., Dubois, D. (2009), Co-construction du sens et de l'espace en discours : l'exemple des couleurs. In Havu, E., Harma, J., Helkkula, M., Larjavaara, M., Tuomarla, U. (Eds.), *La langue en contexte*, Société Philologique, pp. 363-375.
- > Cance, C. (2021), Experiencing and talking about colors, in Dubois, D., Cance, C., Coler, M., Paté, A., Guastavino, C. (Eds.) (2021), *Sensory Experiences : Exploring meaning and the senses*, Converging Evidence in Language and Communication Research, Vol. 24 ; John Benjamins Publishing Company, pp. 87-117. DOI: <https://doi.org/10.1075/celcr>
- > Casati, R., Varzi, A. (2008), Event concepts. In *Understanding events: From perception to action*, T. Shipley & J. Zacks (Eds.), New York: Oxford University Press, pp. 31-54.
- > Castellengo, M., (2015), *Écoute musicale et acoustique*, Eyrolles, Paris.
- > Castellengo, M. (2010) À l'écoute de nouveaux « sons anciens » : variations autour de la notion d'authenticité sonore, *Utopia instrumentalis : fac-similés au musée*, 71.
- > Chion, M., (1983), *Guide des Objets Sonores*, Buchet/Chastel, Paris, p. 23.
- > Corteel, E., (2004), Création et manipulation de scènes sonores pour la wave field synthesis. In: *Cahier Louis-Lumière n°2 : Espaces pluriels, images et sons*, pp. 62-83.
- > Denizot, F. (2016), L'approche orientée objet au cinéma : entre surenchère technologique et outil de création sonore, Mémoire de Master, Ecole Nationale Supérieure Louis-Lumière, Saint-Denis.
- > Despret, V. (2012), Que diraient les animaux si on leur posait les bonnes questions ? La Découverte, Paris, France.
- > Dubois, D. (2006), From psychophysics to semiophysics. Categories as Acts of Meaning. A case study from olfaction and audition, back to colors. In Plümacher, M., Holz, P. (Eds.), *Speaking of colors and odors. An interdisciplinary approach to cognitive and linguistic categorization of color vision and olfaction*, Amsterdam, the Netherlands: John Benjamins Publishing, pp. 167-184.
- > Dubois, D. (2009), *Le Sentir et le Dire – Concepts et méthodes en psychologie et linguistique cognitives*, L'Harmattan, Paris, France.
- > Dubois, D. (2012), Dénommer, définir, identifier, décrire une ambiance — A semantic analysis of the word “soundscape”. In *Ambiances in action, Proceedings of the 2nd International Congress on Ambiances / Ambiances en acte(s)*, International Ambiances Network, Montréal, Canada, pp. 683-688.

- > Dubois, D., Bourguine, R., Resche-Rigon, P. (1992), Connaissances et expertises finalisées de divers acteurs économiques dans la catégorisation d'un objet perceptif, *Intellectica*, 15, 241-271.
- > Dubois, D., Cance, C., Paté, A. (2021), Procedures and outcomes, in Dubois, D. Cance, C., Coler, M., Paté, A., Guastavino, C. (Eds), *Sensory Experiences : Exploring meaning and the senses*, Converging Evidence in Language and Communication Research, Vol. 24., John Benjamins Publishing Company, pp. 475-503. DOI: <https://doi.org/10.1075/celcr>
- > Dubois, D., Coler, M., Wörtche, H. (2014), Knowledge Sensory Experience, and Sensor Technology, In Rangacharyula, B.J.C., Haven, E. (Ed.), *The world in prismatic views* (pp. 97-133), Singapore: World Scientific Publishing.
- > Dubois, D., Guastavino, C., Raimbault, M. (2006), *A Cognitive Approach to Urban Soundscapes: Using Verbal Data to Access Everyday Life Auditory Categories*, *Acta Acustica United with Acustica*, 92(6), pp. 865-874.
- > Dubois, D., Cance, C., Coler, M., Paté, A., Guastavino, C. (Eds), *Sensory Experiences : Exploring meaning and the senses*, Converging Evidence in Language and Communication Research, Vol. 24, John Benjamins Publishing Company. DOI: <https://doi.org/10.1075/celcr>
- > Gaver, W. (1993), What in the world do we hear? an ecological approach to auditory event perception, *Ecological Psychology*, 5(1), pp. 1-29.
- > Gibson, J.J. (1979), *The Ecological Approach to Visual Perception*, réédition de 1986, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.
- > Gorini, A., Capideville, C. S., De Leo, G., Mantovani, F., Riva, G. (2011), The role of immersion and narrative in mediated presence: the virtual hospital experience. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14(3), pp. 99-105. DOI: <https://doi.org/10.1089/cyber.2010.0100>
- > Guastavino, C. (2007), Categorization of environmental sounds. *Canadian journal of experimental psychology*, 61(1), pp. 54-63.
- > Guastavino, C. (2009), Validité écologique des dispositifs expérimentaux. Pour qui ? Pour quoi ? Pour quoi faire ? In Dubois, D. (Ed.), *Le Sentir et le Dire*, L'Harmattan, Paris, France, pp. 233-252.
- > Henry, P. (1963), *Variations pour une porte et un soupir*, pièce de musique concrète en 25 mouvements (48'17").
- > Hutchins, E. (2010), Cognitive ecology. *Topics in cognitive science*, 2(4), pp. 705-715.
- > Hutchins, E. (2008), The role of cultural practices in the emergence of modern human intelligence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1499), pp. 2011-2019.
- > Mantovani, G., Riva, G. (1999), "Real" presence: how different ontologies generate different criteria for presence, telepresence, and virtual presence. *Presence*, 8(5), pp. 540-550.
- > Misra, G., Gergen, K. J. (1993), On the place of culture in psychological science. In *International Journal of Psychology* 28 (2), pp. 225-243.
- > Mzali, M. (2002), Perception de l'ambiance sonore et évaluation du confort acoustique dans les trains, Thèse de doctorat, Sorbonne Université, Paris.
- > Morange, S., Fontaine, J.-M., Vogel, C., Poitevineau, J., Dubois, D. (2005), Appartenances catégorielles d'un objet complexe, la voix : approches linguistiques et psycho-cognitives. In Journée Annuelle du Sensolier, *Catégorisation et catégories : des théories cognitives aux pratiques en évaluation sensorielle*, pp. 14-17. ►



- > Morange, S., Dubois, D., Fontaine, J.-M. (2007), Voices of Caruso : Cognitive evaluation and acoustic analysis of reedited editions Online. In Maimets-Volk, K., Parncutt, R., Marin, M., Ross, J., (Eds.), *Proceedings of the third Conference on Interdisciplinary Musicology (CIMo7)*, Tallinn, Estonie.
- > Newton, I. (1704), *Opticks, or, a treatise of the reflections, refractions, inflections & colours of light*. Courier Corporation, Optique (1979, 1999) Bourgois, C., Paris, France.
- > Paté A., Gaillard, P. (2021), Exploring and talking about music, in Dubois, D., Cance, C., Coler, M., Paté, A., Guastavino, C. (Eds), *Sensory Experiences : Exploring meaning and the senses*, Converging Evidence in Language and Communication Research, John Benjamins Publishing Company, Vol. 24, pp. 213-247, DOI : <https://doi.org/10.1075/celcr>
- > Riva, G., Mantovani, G., (1999), The ergonomics of virtual reality: Human factors in developing clinical-oriented virtual environments, *Studies in Health Technology and Informatics*, vol 62, pp. 278-284. DOI: 10.3233/978-1-60750-906-6-278
- > Schaeffer, P. (1966), *Traité des objets musicaux*, Seuil, Paris, France.
- > Theureau, J. (2020), *Cognition distribuée et Cours d'action / Distributed cognition and "Course of action"*, URL : <https://journals.openedition.org/activites/5308>, DOI : <https://doi.org/10.4000/activites.5308>.
- > Vogel, C. (2013), Un art sonore situé : le sens et l'espace, *Etnográfica*, vol 17 (3), pp. 605-616. DOI : 10.4000/etnografica.3260
- > Vogel, C. (2000), Les signaux d'avertissement : catégories et contextes d'émission. In Dubois D. (Ed.), *Espaces sensoriels et formes lexicales*, Vol. 4, LCPE, Paris, France, pp. 51-76.
- > Vogel, C. (1999), Étude sémiotique et acoustique de l'identification des signaux sonores d'avertissement en contexte urbain, Thèse de doctorat, Sorbonne Université, Paris.
- > Vogel, C., Maffiolo V., Polack, J.D., Castellengo, M. (1997), Sound characterization of urban environments: an approach based on ecological validity, *102ème Convention de l'Audio Engineering Society*, 22-25 mars 1997, Munich.

## CORSIN VOGEL

Corsin Vogel est artiste et professeur associé, titulaire d'un Master 2 en acoustique et vibrations (Aix-Marseille Université) et d'un doctorat en acoustique musicale (Sorbonne Université). Il s'est formé et a développé ses recherches dans un contexte pluridisciplinaire associant les sciences physiques et cognitives. Sa pratique artistique, nourrie du patrimoine culturel et des territoires, se déploie sous des formes variées : installations, compositions électroacoustiques et mixtes, mais également commissariat d'expositions et scénographie. Il enseigne actuellement, à l'École Nationale Supérieure Louis-Lumière et au Conservatoire National Supérieur de Musique et de Danse de Paris, la perception auditive et la méthodologie de mémoire, en y assurant le suivi des mémoires de Master Son. Il poursuit en parallèle ses recherches en acoustique environnementale et en perception auditive autour du son immersif

*Corsin Vogel is an artist and associate professor, holding a Master 2 in acoustics and vibrations (Aix-Marseille University) and a PhD in musical acoustics (Sorbonne University). He trained and developed his research in a multidisciplinary context associating the physical and cognitive sciences. His artistic practice, nourished by cultural heritage and territories, is deployed under various forms: installations, electroacoustic and mixed compositions, but also in exhibitions and scenography. He currently teaches at the École Nationale Supérieure Louis-Lumière and at the Conservatoire National Supérieur de Musique et de Danse de Paris, the auditory perception and the methodology for exploring memory, by ensuring the follow-up of Master's theses on acoustics. In parallel, he pursues his research in environmental acoustics and in auditory perception of the immersive sound.*

## DANIÈLE DUBOIS

Danièle Dubois est directrice de recherche émérite en psychologie cognitive et linguistique au CNRS, où elle était responsable du thème Langages, Cognitions, Pratiques et Ergonomie au sein de l'équipe LAM (Lutheries, Acoustique, Musique) rattachée aujourd'hui à l'Institut Jean Le Rond d'Alembert, Sorbonne Université, Paris. Elle a notamment publié l'ouvrage *Sensory Experiences: Exploring meaning and the senses*, en collaboration avec Caroline Cance, Matt Coler, Arthur Paté et Catherine Guastavino (John Benjamins Publishing, 2021). Cet ouvrage de synthèse de recherches en psychologie et linguistique cognitives explore les relations entre langage et cognition dans les différentes modalités sensorielles, dans une conception de cognition « située », fondée sur les significations que différents acteurs accordent à leurs expériences sensorielles (voir dans ce numéro : notes de lecture).

*Danièle Dubois is Director of Research Emeritus in Cognitive Psychology and Linguistics at the CNRS, where she was in charge of the theme Language, Cognitions, Practices and Ergonomics within the LAM (Lutheries, Acoustics, Music), now attached to the Institut Jean Le Rond d'Alembert at Sorbonne University, Paris. She notably published the book "Sensory Experiences: Exploring meaning and the senses", in collaboration with Caroline Cance, Matt Coler, Arthur Paté and Catherine Guastavino (John Benjamins Publishing, 2021). This book is a synthesis of research in cognitive psychology and linguistics exploring the relationship between language and cognition in the different sensory modalities, in a conception of "situated" cognition, based on the meanings that different actors give to their sensory experiences (see: reading notes at the end of this issue).*