Même
les objets bruyants
peuvent créer
des sons agréables

L'image de couverture et la serie d'images qui rythment ce mémoire représentent les figures de Chladni, un phénomène physique où les vibrations sonores, à différentes fréquences sur une plaque de métal, créent des motifs géométriques de sable. Les images sont une interprétation graphique à partir du travail de Gary James Joynes, artiste sonore et visuel canadien.

Site web de l'artiste : http://www.clinkersound.com/frequency-painting/
© Gary James Joynes | 2010-2012

Même les objets bruyants peuvent créer des sons agréables

•

Des objets sonores de Pierre Schaeffer aux dispositifs pédagogiques

•

Silvia Fontana

Mémoire réalisé pour l'obtention du D.N.S.E.P. Design grade Master, 2024
École Nationale Supérieure d'Art et de Design de Nancy – Artem

Sommaire

9 **Résumé et mots-clefs**
Abstract and key-words
Riassunto e parole chiave

13 **Introduction**
• Les bruits comme un orchestre
• Le contexte scolaire
• Le design des milieux
• La construction du mémoire

19 **L'évolution du son et du bruit**
• L'histoire du son et du bruit
• De la révolution industrielle jusqu'au futurisme
• Pierre Schaeffer et l'acousmatique
• Le *sound design*

29 **L'activité de l'écoute**
• Pourquoi l'écoute ?
• Les quatre fonctions de l'oreille
• La complexité de l'écoute
• La corrélation entre l'oreille-cerveau et l'environnement sonore
• L'activité de l'écoute dans l'enfance

37 **Analyse sonore du milieu écolier**
• L'école, un environnement bruyant ?
• Les bruits dans l'école
• Attention ou concentration ?
• L'attention des enfants et les obstacles au silence
• La sensibilisation au bruit dans l'école : cas d'études
• L'écoute active de l'espace urbain : une aide à l'enfant
• Les ateliers de sensibilisation à l'Ensemble scolaire Saint-Sigisbert

49 **Les dispositifs éducatifs et sonores**
• Le design dans les objets et les catégories musicales
• L'instrumentarium Baschet
• Le design dans l'école : Simon Geneste
• Sehor, l'association musicale

59 **Conclusion**
• Sens d'un mémoire

65 **Table des figures**

67 **Bibliographie**

Résumé

Est-il possible d'apprendre aux enfants à écouter les bruits pour les transformer en sons ? Le milieu scolaire déborde de bruits qui peuvent être dérangeants à la fois pour les enfants et pour les enseignants, entraînant des problèmes d'apprentissage. L'étude de la musique concrète à travers *Le Traité des objets musicaux* (1977) de Pierre Schaeffer (Nancy, 1910- Paris, 1995), nous permettra de mieux comprendre la perception du bruit. Dans ce mémoire, nous traitons les possibilités de transformer les bruits qui nous entourent en sons agréables et de créer des objets musicaux à des fins éducatives et pédagogiques. La seconde approche méthodologique est alors constituée de cas d'étude d'une part et de terrains d'autre part, qui forment les expérimentations nécessaires à la démonstration suivante : comprendre la différence entre son et bruit, comment fonctionne l'écoute sur le plan cognitif, et pouvoir organiser, par le biais du design, la transmission à travers de véritables dispositifs musicaux. Ayant reçu une éducation musicale poussée, je suis cependant convaincue qu'il n'est pas nécessaire d'être musicien pour être capable d'écouter attentivement ce qui nous entoure. Le design des milieux et certaines façons d'aborder les sons peuvent participer à cet éveil.

Mots-clefs

Écoute active • acousmatique • son agréable et désagréable • milieu scolaire • design des milieux • dispositifs éducatifs et musicaux

Abstract

Is it possible to teach children to listen to noise and turn it into sound? The school environment is overflowing with noises that can be harmful to both children and teachers, leading to learning problems. The study of *musique concrète* through *Le Traité des objets musicaux* (1977) by Pierre Schaeffer (Nancy, 1910- Paris, 1995), will give us a better understanding of the perception of noise. In this dissertation we discuss the possibilities of transforming the noises that surround us into pleasant sounds and creating musical objects for educational and pedagogical purposes. The second methodological approach consists of case studies on the one hand and fieldwork on the other, which form the experiments needed for the following demonstration: to understand, between sound and noise, how listening works on a cognitive level and be able to convey this through real music devices by design. Having had an extensive musical education, I'm convinced that you don't have to be a musician to be able to listen carefully to what surrounds you. The design of environments and certain ways of approaching sounds can contribute to this awakening.

Keywords

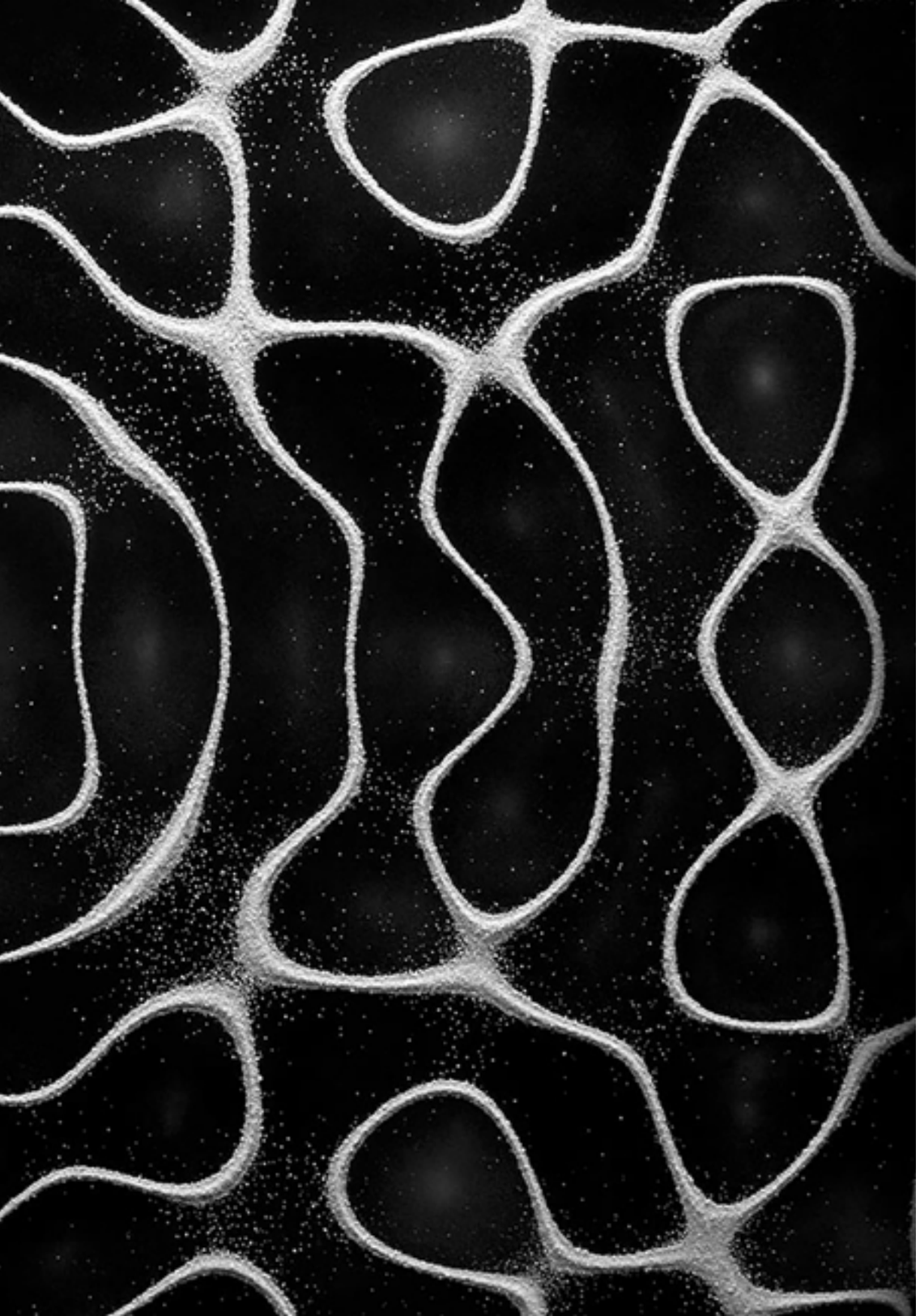
Active listening • acousmatics • pleasant and unpleasant sound • school • environmental design • educational and musical devices

Riassunto

È possibile insegnare ai bambini ad ascoltare il rumore e a trasformarlo in suono? L'ambiente scolastico è invaso da rumori che possono essere dannosi sia per i bambini che per gli insegnanti, causando problemi di apprendimento. Lo studio della *musique concrète* attraverso *Le Traité des objets musicaux* (1977) di Pierre Schaeffer (Nancy, 1910-Parigi, 1995), permetterà di comprendere meglio la percezione del rumore. In questa tesi, tratteremo le possibilità di trasformare i rumori che ci circondano in suoni piacevoli e di creare oggetti musicali per scopi educativi e pedagogici. Il secondo approccio metodologico è costituito da casi studio da un lato e dal lavoro sul campo dall'altro, che costituiscono gli esperimenti necessari per la seguente dimostrazione: capire, tra suono e rumore, come funziona l'ascolto a livello cognitivo ed essere in grado di trasmetterlo, attraverso dispositivi musicali reali, grazie al design. Avendo avuto un'ampia formazione musicale, sono convinta che non sia necessario essere un musicista per poter ascoltare con attenzione ciò che ci circonda. Il design degli ambienti e alcuni modi di avvicinarsi ai suoni possono contribuire a questo risveglio.

Parole chiave

Ascolto attivo • acusmatica • suono piacevole e spiacevole • scuola • design dell'ambiente • dispositivi educativi e musicali



Introduction

•

Les bruits comme un orchestre

Le contexte scolaire

Le design des milieux

La construction du mémoire

Les bruits comme un orchestre

Le vaste trouble des solitudes a une gamme ; crescendo redoutable :
le grain, la rafale, la bourrasque, l'orage, la tourmente, la tempête,
la trombe ; les sept cordes de la lyre des vents, les sept notes de l'abîme.
Le ciel est une largeur, la mer est une rondeur ; une haleine passe,
il n'y a plus rien de tout cela, tout est furie et pêle-mêle.
Tels sont ces lieux sévères.

Les vents courent, volent, s'abattent, finissent, recommencent, planent,
sifflent, mugissent, rient ; frénétiques, lascifs, effrénés, prenant leurs
aises sur la vague irascible. Ces hurleurs ont une harmonie. Ils font
tout le ciel sonore. Ils soufflent dans la nuée comme dans un cuivre, ils
embouchent l'espace ;
et ils chantent dans l'infini, avec toutes les voix amalgamées
des clairons, des buccins, des olifants, des bugles et des trompettes,
une sorte de fanfare prométhéenne. Qui les entend écoute Pan.

Victor Hugo, *Les Travailleurs de la mer (1866)* [1]

De nos jours, nous sommes entourés de millions de bruits, provenant de nombreuses sources sonores : des pas marchant sur l'asphalte, des moteurs de voiture, des sonneries de téléphone portable, la voix des journalistes à la télévision, les cordes d'une harpe pincées pendant un concert. Il existe autant de sons agréables que de bruits qui dérangent l'oreille. En tant que musicienne, avec de nombreuses années d'expérience musicale derrière moi, j'ai une relation particulière avec les sons. J'ai toujours été habituée à la musique classique et à tout ce qui produit un son. Pour cette raison, mes oreilles sont attentives à tout ce qui les entoure. Selon mon expérience, tout bruit est son. Et les deux citations en exergue de Victor Hugo l'expliquent bien. L'auteur parvient à nous faire entendre des bruits naturels en les organisant tel un orchestre et en les décrivant, il enchevêtre langage littéraire et vocabulaire de la musique. Avec ces spasmes musicaux dans l'écriture, les éléments naturels, ici déchaînés, se mêlent les uns aux autres mais « sonnent » comme un orchestre, immergeant le liseur dans la lecture. Entendre des bruits peut être écouter de la musique d'une autre manière. C'est l'objectif de ce mémoire, car certaines personnes n'ont pas cette écoute, et les bruits peuvent leur procurer des sensations très désagréables.

Si l'on va lire dans le CNRTL[2] (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales) l'entrée « son », on constate qu'il est défini ainsi :

[1] Victor Hugo, *Les Travailleurs de la mer* (Paris : Le Livre de Poche, 2002).
[2] Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, consulté le 5 octobre 2023.

> *[une] sensation auditive produite sur l'organe de l'ouïe par la vibration périodique ou quasi-périodique d'une onde matérielle propagée dans un milieu élastique, en particulier dans l'air ;* p. méton., *cette onde matérielle ; ce qui frappe l'ouïe, avec un caractère plus ou moins tonal ou musical, par opposition à un bruit.*[3]

Ce qui est très intéressant, c'est que quelques lignes plus loin, au moment des citations littéraires, on note ces phrases :

> *[P. oppos. à un bruit] Les primitifs semblent préférer les bruits aux sons (*Ch. Lalo, Esthét. mus. sc., *1908, p. 79). Leur analyse [des Grecs] n'a pas su séparer dans le langage cet élément qui s'oppose au reste du discours comme un son s'oppose à un bruit : la poésie étant ce qui n'est fait que de tels sons, à l'exclusion des bruits (*Valery, *Lettres à qq.-uns, 1945, p. 128).*[4]

On constate ainsi avec Paul Valéry que dès l'Antiquité, en termes de perceptions, nos ancêtres différenciaient la notion de son et de bruit, même s'ils ne pouvaient pas les situer théoriquement.

Le son, par définition, est différent du bruit, qui se définit alors comme suit :

> *Ensemble de sons, d'intensité variable, dépourvus d'harmonie, résultant de vibrations irrégulières.* Bruit sourd ; bruit du tonnerre ; faire du bruit : *1. Nous cheminions en* silence *dans les bois et j'étais malgré moi attentif au* chant *des oiseaux et au* murmure *des arbres, à tous ces bruits qui semblaient mesurer la vie. (*Green, *L'Autre sommeil,1931, p. 189).*[5]

Le contexte scolaire

Ici s'ouvre un débat sur l'importance de l'écoute, pour savoir comment faire face aux bruits « modernes » que nous entendons constamment au quotidien. C'est peut-être le cas pour les enfants qui ont une sensibilité particulière ; laquelle se perd au fil des ans. Le corps grandit et se transforme, tout comme l'écoute. De nos jours, un certain nombre d'enfants a des problèmes d'audition et est hyper-sensible aux sons, entraînant des déséquilibres physiques et émotionnels, causant des problèmes avec les autres et menant parfois à l'isolement.

C'est pourquoi le parcours de ce mémoire est centré sur l'étude de l'enfant, en particulier de 8 à 11 ans, le stade des opérations concrètes,

[3] in CNRTL : « SON : Définition de SON », consulté le 5 octobre 2023
[4] *Ibid.*
[5] *Ibid. :* « BRUIT : Définition de BRUIT », consulté le 5 octobre 2023.

car je pense que c'est à cet âge qu'il faut accorder une attention à la sensibilisation au bruit. Dans les environnements très bruyants comme les écoles, l'inattention des élèves ou la difficulté d'un instituteur peut dériver d'un problème lié au bruit. Et quelle meilleure façon de l'étudier que dans le contexte même qui pourvoit à ces difficultés : le « milieu » scolaire, où l'enfant passe une bonne partie de sa vie ? L'école, fondamentale dans la vie d'un enfant, repose non seulement sur l'apprentissage de notions communes telles que les mathématiques, l'histoire, etc., mais elle enseigne également les valeurs sociales, l'empathie envers les autres.... À travers son parcours scolaire, l'enfant puis l'adolescent devient adulte et apprend à se comporter en société.

Le design des milieux

De nombreux aspects sonores peuvent être améliorés par des actions concrètes. L'architecture d'intérieur a déjà étudié divers matériaux absorbant le son et des structures moins bruyantes.

Un autre aspect est sans aucun doute la conception du son, ce domaine très récent du design qui s'est développé dans les années 1980. Les domaines d'applications du design sonore vont de la production de bande son de films, de jeux vidéo, du théâtre à la radio[6]. Né grâce au monde du cinéma, il s'est ensuite développé autour de toute une série d'objets industriels du quotidien, comme les voitures, les appareils ménagers, les objets technologiques comme la conception de sons nous permettant, sur un quai de gare, de supporter le bruit assourdissant du passage d'un train à grande vitesse ou assouplissant de façon sonore le claquement d'une portière. Ce design oriente très certainement ma position, mais c'est autour du design des milieux que je souhaite m'arrêter.

Cette attitude de conception est à la base de ce travail. Cette notion est une façon d'exprimer une conception qui diffère du simple objet, elle implique :

> *Les comportements, les objets, les espaces, les images qui font sens dans la transformation, la création des milieux. Le milieu n'est pas le donné environnemental objectif, mais les termes dans lesquels celui-ci existe pour un certain être (individu, société, espèce...).*[7]

Le design des milieux met donc plus particulièrement en relation l'être humain ou l'être vivant dans un contexte donné, souvent spécialisé.

[6] Juliette Volcler, « Le monde enchanté du design sonore. Entre création artistique et ingénierie sociale », *Revue du Crieur* 8, no 3 (2017) : p. 106-15, consulté le 28 décembre 2022.
[7] Design des milieux | Option Design, consulté le 20 décembre 2022.

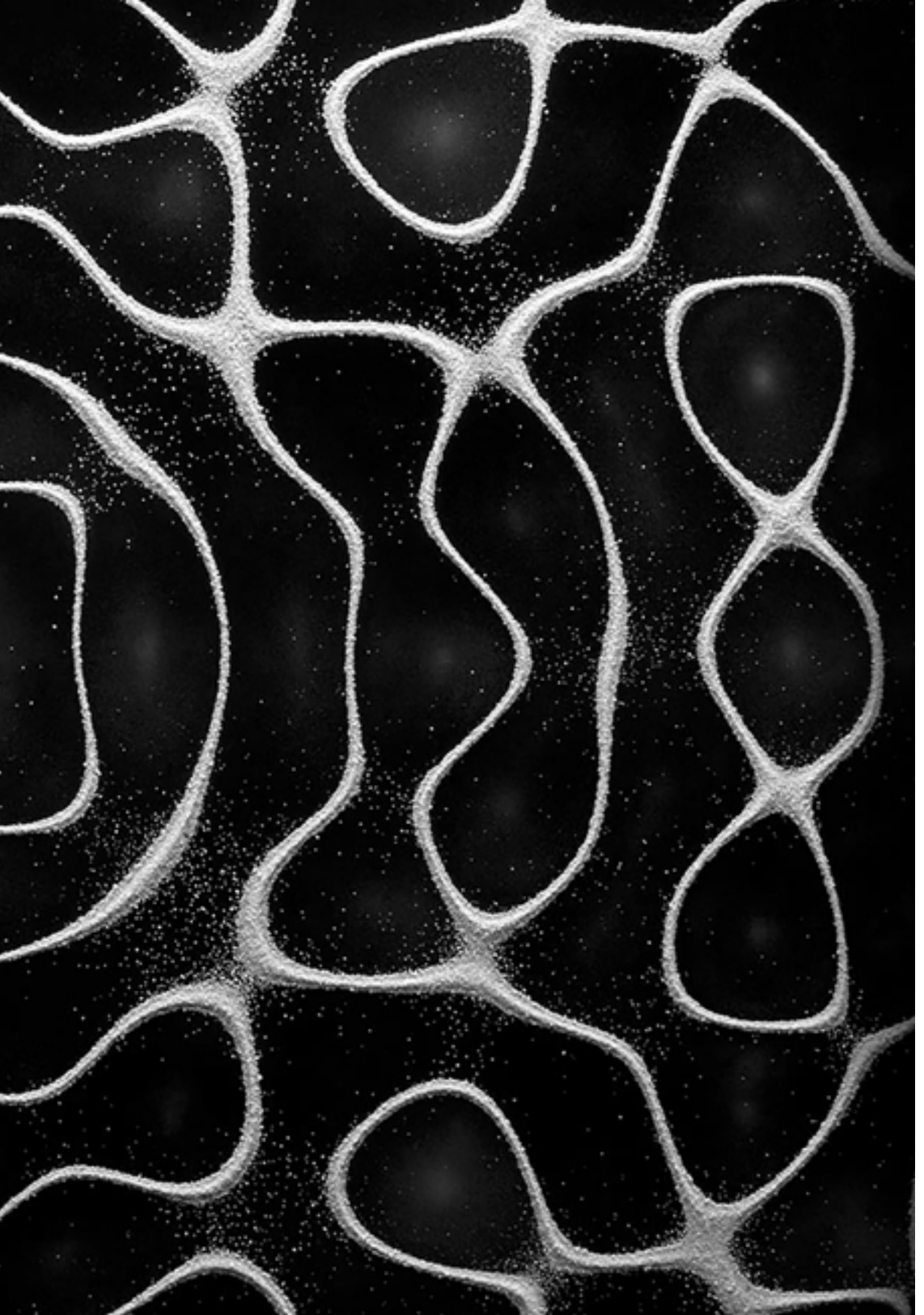
Le design des milieux, comme toute démarche de conception, commence donc par l'étude des activités, des modes de vie, des sentiments, les interrogations sur nos véritables besoins afin d'assurer le bon fonctionnement de la vie, mais cette attitude envisage l'importance d'une observation en immersion pendant plusieurs mois, non seulement dans le contexte de réception du projet mais également dans les milieux connexes du projet. Pour la question qui est mienne, c'est grâce à ces ressources de terrains que je compte démontrer comment le design des milieux et son expertise peut résoudre certains problèmes liés au son dans sa perception. Il nous permettra de déconstruire l'environnement sonore de l'école pour questionner l'énigme du bruit. Ce mémoire s'intéresse donc aux problèmes de bruit que rencontrent les enfants et les éducateurs et à la manière dont ces derniers peuvent réagir en changeant leur point de vue pédagogique.

La construction du mémoire

À travers un voyage dans l'histoire du son et du bruit, en passant par des exemples comme Vivaldi, le futurisme, la musique concrète et le design, nous établirons des définitions. Après les quatre différents types d'écoute, l'écoute de l'environnement et la musique concrète analysée par le compositeur Pierre Schaeffer, nous passerons à une écoute plus complexe et cognitive, qui sera accompagnée par les exemples concrets du neurologue Oliver Sacks. Ces première et seconde partie décrivent donc le fonctionnement de l'écoute active et présente, en centrant peu à peu son propos autour de l'enfant, avec les jeux de Maria Montessori, les thèmes principaux de la recherche.

La troisième partie permet de considérer la sphère sonore (agréable et désagréable) présente dans les écoles et comment les problèmes liés au bruit peuvent être de nature comportementale ou structurelle - des enfants qui crient et des bâtiments qui ne sont pas capables d'isoler ou d'absorber le bruit, mais aussi les obstacles au silence et la manière de maintenir l'attention des enfants. Au travers d'ateliers menés avec des écoles et des associations de Nancy, j'analyse également les problèmes liés à l'audition et au comportement émotionnel (hyperacousie, sensibilité auditive, autisme, etc.) chez les collégiens.

C'est dans le dernier chapitre que nous verrons, grâce à de grands designers, compositeurs et artistes, tels que Roland Cahen, John Cage, Van Eyck et Murray Schafer, comment le design des milieux peut être utile pour résoudre certains problèmes sonores. Les compositeurs Baschet, le designer Simon Geneste et l'association « musicale » Sehor seront quelques-unes des études de cas ou des terrains que nous analyserons pour comprendre comment revaloriser le problème du son dans le milieu scolaire.



L’évolution du son et du bruit

•

L’histoire du son et du bruit

De la révolution industrielle jusqu’au futurisme

Pierre Schaeffer et l’acousmatique

Le *sound design*

L'histoire du son et du bruit

« Le savoir occidental tente, depuis vingt-cinq siècles, de voir le monde. Il n'a pas compris que le monde ne se regarde pas, qu'il s'entend. Il ne se lit pas, il s'écoute. »[8]. C'est ainsi que l'économiste Jacques Attali commence sa réflexion sur le bruit. Dans ce préambule, nécessaire, nous allons continuer d'exposer les définitions et la différence entre le son et le bruit.

Un ami artiste m'a raconté que, lors d'un voyage dans la forêt amazonienne, l'intensité des sons des éléments naturels et des bruits des animaux était si forte et imposante qu'il les qualifiait de bruits, alors que si l'homme moderne écoutait le chant des oiseaux dans la ville, il dirait que c'est un son agréable. Mais alors, quelle est la différence ou la limite entre le son et le bruit ? Et pourquoi sommes-nous habitués au bruit des voitures alors que nous sommes parfois dérangés par le tonnerre ?

Nous sommes en Italie en 1725, environ trente ans avant la première révolution industrielle, et Antonio Vivaldi publie la première édition des quatre premiers concertos pour violons sur douze d'*Il cimento dell'armonia e dell'inventione*. Ce sont *Les Quatre Saisons*[9], l'œuvre classique européenne la plus connue au monde. *Les Quatre Saisons* sont une composition que l'homme moderne considère toujours comme de la musique, comme un doux son. Nous sommes maintenant en France en 1966, un siècle plus tard la deuxième révolution industrielle, et Pierre Schaeffer (Nancy, 1910- Paris, 1995) publie un ouvrage *Traité des objets musicaux. Essai interdisciplines*[10]. Il s'y interroge sur ce qu'est la musique, si elle est science ou art, si l'on peut encore parler uniquement d'instruments de musique et non plutôt, comme il le dit, « d'objets musicaux ». Aujourd'hui, n'importe quel objet peut produire un son, ce qui, il y a deux siècles, à l'époque de Vivaldi, aurait été impossible, voire considéré comme du bruit. Qu'est-ce qui a changé ? Pourquoi, même les rails d'un train deviennent-ils aujourd'hui composition musicale ?

Voyons de plus près comment la physique envisage ces deux notions. Dans l'Enciclopedia Treccani[11], l'encyclopédie italienne des sciences, des arts et de la littérature, on apprend que, un peu comme la définition du CNRTL, le son est la propagation d'ondes élastiques excitées dans l'air par des corps élastiques en vibration et transmises aux organes sensibles de l'oreille à travers l'air lui-même. Ses caractéristiques physiques distinctives sont la hauteur, l'intensité et le timbre. Une notion très intéressante est exprimée dans le terme *musique*, où l'on explique comment :

[8] Jacques Attali, *Bruits* (Paris : Edition Fayard, 2001).
[9] Antonio Vivaldi, *Le quattro stagioni* (Amsterdam: Michel-Charles Le Cène, 1725).
[10] Pierre Schaeffer, *Traité des objets musicaux : essai interdisciplines*, (Paris : Seuil, 1977).
[11] Treccani - La cultura Italiana - Enciclopedia, consulté le 5 octobre 2023.

> *(...) la tradition musicale cultivée occidentale - contrairement à la tradition populaire et à celle d'autres civilisations non européennes - n'a utilisé que des groupes de sons dont les fréquences sont dans certains rapports entre elles, établissant à un niveau idéologique une distinction rigide entre sons (en tant que produit de vibrations périodiques et régulières) et le bruit, distinction que les expériences concrètes de composition et d'exécution ont constamment réfutée.*[12]

C'est pourquoi il est important de faire la distinction entre le son physique et le son perçu, ce dernier étant soumis à des perceptions subjectives. Ce n'est pas pour rien, comme nous l'avons vu, que la musique s'est autorisée à définir quelque chose qui n'est pas purement scientifique. Si, par contre, nous lisons la formulation du bruit, toujours dans l'Enciclopedia Treccani, nous voyons que le concept de bruit est défini comme « Toute perturbation sonore qui, émergeant du silence (ou même d'autres sons), donne lieu à une sensation acoustique »[13]. Le bruit, qui est un ensemble de sons, est constitué de vibrations élastiques qui se propagent dans un fluide, tel que l'air ou l'eau, où les mêmes définitions et grandeurs s'appliquent, telles que l'intensité, la composition spectrale, etc.

Quelle est donc la grande différence entre le son et le bruit ? « Le bruit correspond à une onde de pression irrégulière et non périodique qui oscille à de nombreuses fréquences différentes »[14]. Nous sommes dans un espace clos et nous écoutons la pluie qui tape sur les vitres. À un moment donné, sans que nous nous en rendions compte, nous entendons un grand grondement qui modifie notre perception de la pluie. Ce premier grondement est le bruit du tonnerre, qui sort d'un silence, de manière intrusive.

De la révolution industrielle jusqu'au futurisme

L'opposition entre le bruit et le son est aussi le résultat d'une idéologie culturelle, dans notre cas occidental, due à l'évolution de la perception du son et de la musique au cours des siècles et des millénaires. Le son est musique, le bruit est bruit. Mais depuis quand le bruit peut-il être composé comme de la musique ? Depuis quand le bruit devient-il « sonore » et agréable à l'oreille ? Depuis quand notre cerveau associe-t-il le bruit de la

[12] in Enclopedia Treccani : « suono nell'Enciclopedia Treccani », [les citations de l'italien au français sont traduite avec l'aide de Deepl, comme les autres], consulté le 5 octobre 2023.
[13] *Ibid.* : « rumore nell'Enciclopedia Treccani », consulté le 5 octobre 2023.
[14] Daniele Murra, Gian Piero Gallerano, et Paolo Di Lazzaro, « Suono e rumore : una differenza "spettrale" », *Energia, Ambiente e Innovazione,* no 3-2015 (28 juillet 2015): p. 73-78, consulté le 7 octobre 2023.

pluie, le moteur d'un hélicoptère ou le gargouillis d'une cafetière à un son ? Dans son ouvrage *Le paysage sonore*[15], Murray Schafer, compositeur, écrivain et écologiste canadien, effectue une recherche très approfondie, en s'appuyant sur de nombreuses références de compositeurs, philosophes, poètes, etc., sur l'écologie sonore et la manière dont nous en sommes venus à polluer le monde dans lequel nous vivons avec du bruit.

Le septième chapitre du livre de Schafer, charnière entre l'histoire moderne et l'histoire contemporaine, est celui qui concerne la révolution industrielle. L'avènement des usines, d'une nouvelle façon de travailler, des machines, des nouveaux matériaux, des métaux, de la production de masse a conduit à une réévaluation de l'idée de son/bruit. Les sons ont changé, reprenant les sons métalliques des usines, les instruments de musique ont été transformés et les orchestres amplifiés, créant un « impérialisme de la musique »[16]. Dans l'orchestre idéal de Berlioz, il devait y avoir « 120 violons, 16 chœurs d'harmonicas, 30 harpes, 30 pianos et 53 instruments de percussion »[17]. Une idée d'orchestre certainement impressionnante. L'orchestre idéalisait donc les aspirations du XIXe siècle. Il apparaissait comme « un modèle qu'essaya d'imiter l'industrie dans la routine de l'usine »[18].

Ce concept culmina avec le futurisme et Luigi Russolo (Fig.1), aussi considéré comme l'un des précurseurs de la musique concrète, qui explique dans son livre-manifeste *L'arte dei rumori* :

> *La vie antique ne fut que silence. C'est au dix-neuvième siècle seulement, avec l'invention des machines, que naquit le bruit. Aujourd'hui le bruit domine en souverain sur la sensibilité des hommes. Durant plusieurs siècles la vie se déroula en silence, ou en sourdine. Les bruits les plus retentissants n'étaient ni intenses, ni prolongés, ni variés. En effet, la nature est normalement silencieuse, sauf les tempêtes, les ouragans, les avalanches, les cascades et quelques mouvements telluriques exceptionnels. C'est pourquoi les premiers sons que l'homme tira d'un roseau percé ou d'une corde tendue l'émerveillement profondément. Les peuples primitifs attribuèrent au son une origine divine. Il fut entouré d'un respect religieux et réservé aux prêtres qui l'utilisèrent pour enrichir leurs rites d'un nouveau mystère. C'est ainsi que se forma la conception du son comme chose à part, différente et indépendante de la vie. La musique en fut le résultat, monde fantastique superposé au réel, monde inviolable et sacré. Cette atmosphère hiératique devait nécessairement ralentir le progrès de la musique, qui fut ainsi devancée par les autres arts.*[19]

[15] R. Murray Schafer, *Le paysage sonore*, (Paris : Edition Jean-Claude Lattès, 1979) p. 160.
[16] *Ibid.*, p. 160.
[17] *Ibid.*, p. 161.
[18] *Ibid.*, p. 159.
[19] Luigi Russolo, *L'art des bruits - Manifeste futuriste 1913* (Paris : Allia, 2016), p. 9.

Et encore…

> *L'art musical rechercha tout d'abord la pureté limpide et douce son. Puis il amalgama des sons différents, en se préoccupant de caresser les oreilles par des harmonies suaves. Aujourd'hui l'art musical recherche les amalgames de sons les plus dissonants, les plus étranges et les plus stridents. Nous nous approchons ainsi du* son-bruit. *(…) Pour exciter notre sensibilité, la musique s'est développée en recherchant une polyphonie plus complexe et une variété plus grande de timbres et de coloris instrumentaux. Elle s'efforça d'obtenir les successions les plus compliquées d'accord dissonants et prépara ainsi le BRUIT MUSICAL.*[20]

Ce livre a radicalement changé le concept de son et de bruit : il éradique le premier et élevé le second. C'est *là* que le bruit a pris l'importance que nous lui connaissons.

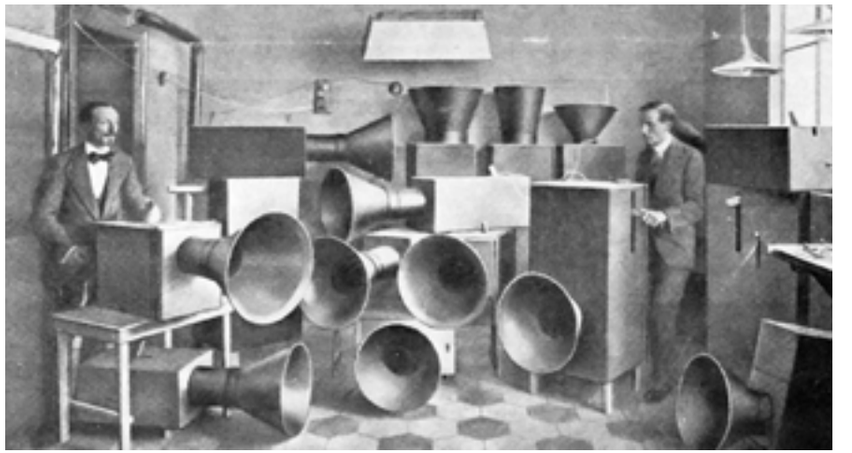


Fig.1 Machines à bruits qui peuvent être contrôlées comme des instruments de musique, Luigi Russolo, *Intonarumori*, 1914

[20] Luigi Russolo, *op. cit.*, p. 12

Pierre Schaeffer et l’acousmatique

Ce n’est pourtant pas parce que nous sommes entourés de sons en permanence que l’oreille prête attention à tout ce que nous entendons. Il ne suffit pas de dire qu’il existe des phénomènes sonores tels que les bruits de la ville, les cris des animaux, le bruit des portes qui claquent. La perception active, dynamique et non statique existe dans un contexte où il doit y avoir une source sonore réelle, à plus ou moins grande distance, qui atteint le système neuronal[21]. C’est précisément ici que l’objet quotidien devient important dans l’œuvre de Pierre Schaeffer. En 1948, le compositeur et producteur de la Radio d’Essais crée sa première œuvre concrète *Les Études des Bruits*, et commence les « productions sonores » de différents objets – ou à travers eux - comme le train et la voie ferrée, le piano, pour termine par les sons des voix ou de la musique entendue à la radio. Le compositeur a décidé de manipuler des bruits précédemment enregistrés, en procédant à un montage sonore ou en changeant la vitesse de la bande, ce qui crée une série de nouveaux sons. Grâce à cette petite modification, le son est transformé et changé, le laissant suspendu et isolé du reste de l’enregistrement (Fig.2). C’est ainsi que le premier « objet sonore », dispositif expérimental, prend vie[22]. Lors d’un entretien en 1967[23], Schaeffer explique comment ces enregistrements sont nés d’expériences sonores en laboratoire et comment « l’objet sonore » est une synthèse de tout un univers musical qui commence avec la musique classique.

L’objectif de l'acousmatique est d’expérimenter le son en utilisant des objets courants pour créer de nouvelles formes musicales. Elle est typique des expériences menées par les physiciens et les acousticiens sur ce qu’on appelle le son « pur », qui n’est rien d’autre que des vibrations électroniques. Les sons sont enregistrés sur des disques de cire, convertis en bandes visuelles à l’aide d’un instrument acousmatique, où ils peuvent être retravaillés, ralentis, accélérés, etc. C’est ce qu’on appelle l’art acousmatique, c’est-à-dire « l’art d’expérimenter des matériaux pour faire de la musique »[24].

[21] Jean-François Bordron, « Comment le son nous informe-t-il ? », Communication & langages 193, no 3 (2017) : 49-62.
[22] Musiques & Recherches, « Acousmatique ? », consulté le 3 janvier 2023
[23] Art sonores, *Traité des Objets Musicaux*, 1967,consulté le 3 janvier 2023.
[24] *Ibid.*

Fig.2 Pierre Schaeffer au phonogène à clavier, qui permet de modifier les sons enregistrés sur des films ou des bandes magnétiques, Pierre Schaeffer, 1951.

Le *sound design*

Le design sonore est lui une pratique récente, mais l'on peut affirmer qu'elle soit beaucoup proche aux pratiques acousmatiques. Elle est complexe et englobe plusieurs procédés et des techniques variées. L'histoire du design sonore est malgré tout assez longue et assez mouvementée. Elle commence officiellement en 1979, au générique d'un des plus importants films américains de la seconde partie du XXe siècle où le terme « concepteur sonore » est introduit. Le directeur du montage Walter Murch, comme il l'avait suggéré, est inscrit au générique d'*Apocalypse Now*, au montage et à la conception sonore[25].
Le design sonore existait en fait avant cette date. Dès le début des années 1900, les machines à sous émettaient un son de cloche par exemple pour célébrer une combinaison gagnante, et dans les années 1930, des effets sonores, créés avec des dispositifs électriques sont apparus dans les pièces de théâtre et à la radio. Plus tard, les sons « artificiels » se sont étendus à tous les objets électriques et dès les années 1950, des études sont menées sur le son des portes pour trouver les sons les plus rassurants.

Ne frappez pas

> *La technologie rend les gestes entre-temps précis et rudes - et par là même les êtres humains. Elle chasse toute hésitation dans les gestes, toute considération, toute convenance. Ils sont soumis aux exigences irréconciliables - ahistoriques, pour ainsi dire - des choses. Ainsi, on n'apprend plus à fermer une porte avec douceur, discrétion et pourtant fermeté. Celles des autos et des frigidaires doivent être claquées, d'autres ont tendance à se refermer d'elles-mêmes et à imposer ainsi à ceux qui entrent l'incivilité de ne pas regarder derrière eux, de ne pas protéger l'intérieur de la maison qui les reçoit. (...) Que signifie pour le sujet le fait qu'il n'y a plus de volets de fenêtres qui s'ouvrent, mais seulement des cadres à pousser brusquement, plus de verrous doux mais seulement des poignées à tourner, plus de pelouse de devant, plus de barrière contre la rue, plus de mur autour du jardin ? Et quel automobiliste n'a pas ressenti la tentation, dans la puissance du moteur, d'écraser la vermine de la rue - passants, enfants, cyclistes ?*
>
> Theodor Adorno, *Minima Moralia* [26]

Aujourd'hui, le « clac » de la voiture est devenu une partie intégrante de l'expérience qui permet à l'utilisateur de se sentir en sécurité. Les ingénieurs du son le savent bien : l'oreille s'habitue et associe parfaitement un son à une action. Jonathan Berger, professeur de musique et chercheur à Stanford, a

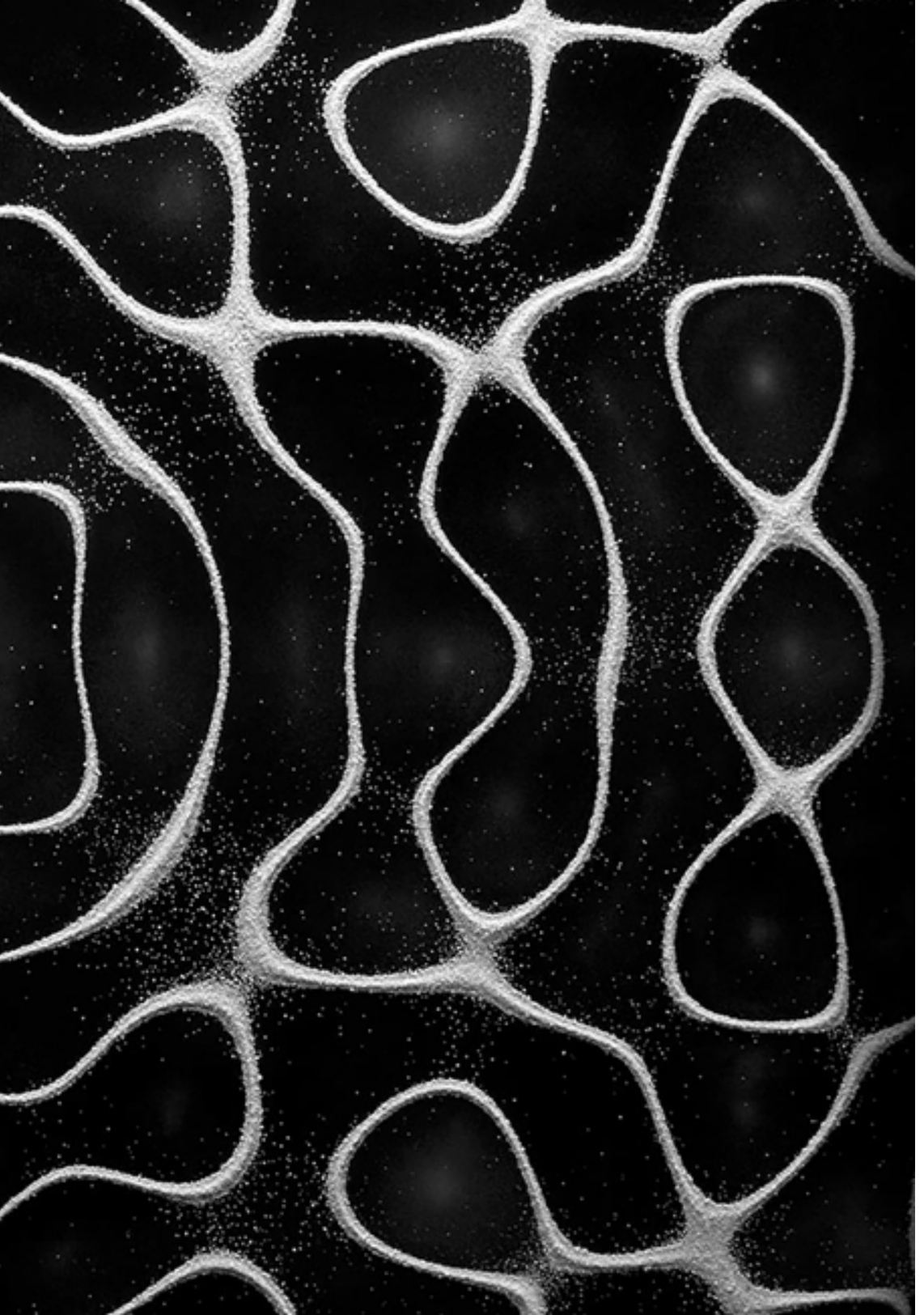
[25] Alessandro La Cava, « Sound Design: Che Cos'è e Come Funziona », *ALC Sound Design* [blog], 11 juin 2020.
[26] Theodor Adorno, *Minima Moralia. Reflections on a Damaged Life* (Londres : Verso, 1984).

réalisé un test avec des étudiants de son cours de psychoacoustique en montrant qu'il est possible de deviner le coût d'une voiture en se basant uniquement sur le bruit des portières. Une enquête menée à l'université Purdue, où enseignait Victor Papanek, dans l'Indiana, a donné des résultats similaires : plus le son est faible, plus la voiture semble bon marché et fragile[27].

Avec le son, on est donc capable de créer des expériences de perception que le cerveau associe à des émotions, des actions ou des évaluations de la vie quotidienne. Un concept qui est très lié à la technologie moderne. L'une des innovations sonores les plus récentes est le concept « d'icônes auditives » introduit par William Gaver en 1986[28] dans les ordinateurs Macintosh pour faciliter la navigation entre les dossiers et compléter les informations visuelles. Il est donc intéressant de noter qu'aujourd'hui, le son accompagne de nombreuses actions digitales[29].

Le design sonore a réussi à concevoir des bruits, à les rendre habituels et agréables, d'une certaine manière, pour l'oreille humaine. La conception comprend la préparation, mais aussi la phase de traitement et de réalisation d'un projet avec du bruit. Les étapes de recherche impliquent la connaissance de domaines spécifiques, afin d'élaborer un système ou un objet mettant en relation l'homme et l'environnement, en utilisant des techniques qui impliquent ici des outils technologiques - ordinateurs, etc. Elles mettent souvent en relation une partie technique avec des enjeux économiques dans un domaine ou un milieu donné.

[27] « Il rumore della portiera della vostra auto è un'astuta bugia », *Everyeye Auto* [blog], consulté le 5 janvier 2023.
[28] William Gaver, « The SonicFinder: An Interface that Uses Auditory Icons », *Human-Computer Interaction* 4 (1 mars 1989): p.67-94, [les citations de l'anglais au français sont traduite avec l'aide de Deepl, comme les autres], consulté le 3 janvier 2023.
[29] Juliette Volcler, *op. cit.*, p.106-15.



L’activité de l’écoute

•

Pourquoi l’écoute ?

Les quatre fonctions de l’oreille

La complexité de l’écoute

La corrélation entre l’oreille-cerveau et l’environnement sonore

L’activité de l’écoute dans l’enfance

Pourquoi l'écoute ?

> *Écouter. Verbe transitif. (bas latin* ascultare*, du latin classique* auscultare*). Tendre l'oreille pour percevoir le bruit produit par quelqu'un, quelque chose : Écouter le cœur battre. Écouter la pluie qui tombe.*[30]

Lorsque nous pensons à l'idée d'écoute, notre cerveau l'associe automatiquement au musicien, c'est-à-dire à celui qui a une capacité auditive développée, puisqu'il peut reconnaître la hauteur des notes, les différents timbres des instruments et le rythme d'un morceau de musique. Pourtant, écouter est une activité banale et même la plus ancienne activité du monde puisque l'oreille est l'un des premiers organes à se développer dans le corps maternel, dès le stade embryonnaire. Le nouveau-né est déjà capable d'entendre la voix de sa mère. Mais si nous pouvons tous entendre, tout le monde ne sait pas vraiment écouter. Certaines personnes sont plus sensibles que d'autres aux sons qui nous entourent, ce qui influence également notre mode de vie.

Dans cette première partie, le concept d'écoute active sera introduit, en analysant l'activité de l'oreille et les différentes manières d'écouter. Ces considérations sont très importantes, car la recherche que je veux proposer est basé sur la question du bruit dans les écoles et la manière dont ces derniers affectent l'apprentissage. Si nous parlons de l'aspect sonore (et non de musique), il est absolument nécessaire de parler d'écoute.

C'est pourquoi il faut commencer à préparer le terrain des questions de la perception sonore dès l'enfance, afin de sensibiliser les individus au bruit, qui provoque non seulement du stress et de la fatigue, mais aussi de la surdité et des problèmes d'audition.

Les quatre fonctions de l'oreille

Pour aborder le concept d'environnement sonore, il est donc nécessaire de distinguer certains concepts liés à l'écoute. Pierre Schaeffer, toujours dans son traité (1977), consacre le deuxième chapitre à la définition de quatre fonctions, ou attitudes typiques et formes d'activité de l'oreille, qu'il ordonne de la manière suivante :

- écouter,
- ouïr,
- entendre,
- comprendre.

[30] Dictionnaire de français Larousse, s. d., consulté le 13 juillet 2023.

Le terme écouter, qui a remplacé l'ancien mot ouïr, est très souvent utilisé comme synonyme d'entendre. Le verbe signifie prêter l'oreille, s'intéresser à quelque chose. Écouter, c'est donc utiliser le son comme intermédiaire pour viser quelque chose d'autre, qui n'est pas du son : un objet et son contexte, une idée, un événement et sa cause, etc. Le son est donc « un indice qui me dit quelque chose »[31] : « l'identité d'une source sonore »[32], « un événement et les circonstances qui l'ont provoqué »[33], etc. Ces différentes fonctions permettent à un sujet humain dans la distribution des sujets/objets autour de lui, de les mettre en relation les uns avec les autres et de délimiter un monde d'actions et de réactions présentes. L'écoute est encore quelque chose d'incertain dans sa signification. Prenons l'exemple de la machine[34]. L'oreille est capable de situer une voiture dans l'espace, d'estimer la distance, mais ne peut pas fournir une description précise du bruit. En revanche, elle est capable de reconnaître une voiture qui lui est familière, par exemple parce qu'elle fait un « drôle de bruit »[35].

« *A proprio* parler, je ne cesse jamais d'ouïr »[36], ainsi commence le discours sur le verbe ouïr. Pierre Schaeffer le définit comme « percevoir par l'oreille »[37], c'est-à-dire recevoir passivement ce qui est donné dans la perception[38]. La passivité n'est pas synonyme d'absence totale à la situation ; elle signifie plutôt que la configuration présente ne doit rien à un but intentionnel : elle est uniquement déterminée par la nature physique du son et les lois générales de la perception[39]. L'audition, contrairement à l'écoute, est soustraite à la conscience : l'action d'entendre est saisie « indirectement, par la réflexion ou le souvenir »[40]. Pour cette attitude d'écoute, le monde se présente alors comme un fond sonore. Ce fond n'est pas seulement matériel, il est aussi temporel, c'est la durée continue du monde et du sujet. Comme le dit le compositeur, « je vis dans un monde qui ne cesse d'être là pour moi »[41]; le fond sonore n'est jamais présent à la conscience, il est identifié à un passé proche ou lointain, qui revient ou est rappelé par « un changement soudain ou inhabituel de ce fond »[42]. L'ouïe, c'est lorsque nous ignorons les deux premiers coups de la pendule, si nous ne voulons pas savoir l'heure qu'il est, ou que nous essayons de retracer ce que nous avons « entendu ».

[31] Pierre Schaeffer, *op.cit.*, p. 114.
[32] *Ibid.*, p.114.
[33] *Ibid.*, p.120.
[34] *Ibid.*, p.103.
[35] *Ibid.*, p. 106.
[36] *Ibid.*, p.104.
[37] *Ibid.*, p. 103.
[38] *Ibid.*, p. 104.
[39] *Ibid.*, p. 114.
[40] *Ibid.*, p. 105.
[41] *Ibid.*, p. 104.
[42] *Ibid.*, p. 105.

Entendre, par contre, c'est diriger l'oreille vers cet ensemble de fonds sonores, diriger l'oreille vers quelque chose que j'ai entendu[43], se tourner vers la source sonore, comme si c'était un indice qui signale quelque chose[44]. Cette attitude d'écoute procède alors à la qualification de ce qui a été ouï et de ce qui est entendu, notamment l'identité d'une source[45], le sens d'une idée[46] ou la cause d'un événement[47]. Dans ce cas, il ne s'agit pas, par la médiation d’une vibration sonore, de distribuer et de relier des objets ou des sujets, ni de délimiter un monde, mais de configurer la vibration elle-même — ce qui peut, bien sûr, contribuer à réduire les doutes sur l'identité d'une source, le sens d'une idée, la cause d'un événement. Entendre, c'est donc situer les bruits, les distinguer, en privilégier certains, les rythmer, les effacer, etc. De plus, dans cette configuration ou cette qualification, il y a aussi un mode temporel : ce n'est ni le présent, ni le passé proche ou lointain, mais une répétition et une variation du même. La caractéristique essentielle de l’objet sonore est qu'il est donné sous forme d'esquisses : « à chaque répétition d'un son enregistré, j'en perçois chaque fois de nouveaux aspects », « je l'identifie toujours comme un objet très spécifique »[48].

À la fin de son analyse, il y a le mot comprendre. Comprendre, pour Schaeffer, c’est emporter avec soi, c’est mettre en jeu ses « expériences passées », ses « intérêts dominants actuels », comprendre un « certain langage de sons »[49] qui deviennent des qualificatifs. Comprendre, c’est donner un sens à ce que nous entendons et écoutons, de manière à favoriser la précision et l’efficacité de l’écoute[50]. Par exemple, si j’écoute une personne qui parle différemment de moi, je peux percevoir que cette personne a un accent différent, que la musicalité de son élocution n’est pas la même que la mienne. Mais si je veux comprendre quelle est la langue de la personne, l’oreille fait un plus grand effort et l’écoute devient compréhension. De plus, je peux réaliser aussi que mon interlocuteur ment, je peux comprendre qu’il y a des hésitations dans la voix, des pauses entre les mots. Il s’agit, en quelque sorte, d’une exploration perceptive, dans laquelle les sons ne sont plus des indices, ni un fond, mais des signes qui introduisent dans un certain univers de valeurs liées aux sens[51].

[43] Pierre Schaeffer, *op.cit.*, p. 103.
[44] *Ibid.*, p. 114.
[45] *Ibid.*, p. 109-10.
[46] *Ibid.*, p. 110.
[47] *Ibid.*, p. 107.
[48] *Ibid.*, p. 115.
[49] *Ibid.*, p. 114.
[50] *Ibid.*, p. 104.
[51] *Ibid.*, p. 115-16.

La complexité de l’écoute

L'écoute, comme nous l'avons vu, est une activité très complexe qui implique principalement l'organe de l'oreille et le cerveau. De tous les sens, c'est celui que le fœtus de 3 mois développe en premier dans l'utérus, grâce à un environnement liquide et quotidien. L'oreille permet de relier les bruits qui nous entourent à l'activité cérébrale. Son rôle est de transformer les stimuli acoustiques en sensation auditive, en prenant les signaux sonores de l'environnement extérieur pour les envoyer au cerveau, où ils sont décodés et reconnus[52]. Pour nos oreilles, les bruits prennent la forme d'une onde sonore, comme celles que nous voyons se propager dans la mer et sont des oscillations produites par des particules dans un milieu de propagation, généralement un fluide comme l'air ou l'eau[53]. Ce phénomène de propagation dans l’espace, notamment appelé écholocalisation, existe autant chez les humains que chez les animaux. La vibration sonore est un outil très utile pour s'orienter, dans des activités instinctives comme la chasse ou l'autodéfense. Certains animaux comme la sérotine brune, une grande chauve-souris, « utilise son sonar pour se frayer un chemin dans des environnements bruyants comme les forêts où de nombreux autres sons d'animaux sont présents »[54]. Les humains utilisent également l’écholocalisation, notamment les malvoyants ou les aveugles, pour effectuer des actions quotidiennes. Ils émettent des bruits avec leur bouche, par exemple en claquant la langue ou en faisant un clic avec un objet (un bâton par exemple), afin d'entendre les échos en retour pour mieux s'orienter.

La corrélation entre l’oreille-cerveau et l’environnement sonore

Les bruits du monde sont donc des phénomènes purement vibratoires et ces vibrations se propagent de la source excitée jusqu'à nos tympans[55]. Ce signal ondulatoire, qui représente en physique les variations d'amplitude du signal acoustique en fonction du temps, met en évidence des informations temporelles ou dynamiques, codées par les mécanismes de synchronisation neuronale ou de verrouillage de phase dans les neurones du nerf auditif, du tronc cérébral et du cortex auditif. Les tympans effectuent donc un travail passif, que Pierre Schaeffer définit comme ouïr[56]. L'audition

[52] « Come funzionano l’orecchio e l’udito - FocusJunior.it », consulté le 3 janvier 2023.
[53] « Onda sonora », Wikipedia, consulté le 3 janvier 2023.
[54] Liz Langley, « Ecolocalizzazione: come funziona il sonar della natura? | National Geographic », 15 février 2021, consulté le 4 février 2023.
[55] Christian Lorenzi, « Chapitre 4. La perception auditive : notions fondamentales et applications audiologiques », in *La psychologie cognitive*, éd. par Michel Denis, Cogniprisme (Paris: Éditions de la Maison des sciences de l’homme, 2019), 143-64, consulté le 3 janvier 2023.
[56] Pierre Schaeffer, *op.cit.*, p. 104.

est un travail d'écoute continu, dans lequel toutes les vibrations parviennent à notre oreille, mais sans que celle-ci soit en mesure d'en comprendre le sens. Dans n'importe quel environnement, un centain nombre de sources sonores passe par l'oreille, même si d'autres sens, par exemple la vue, font défaut. C’est le cas que décrit Oliver Sacks, neurologue, en 1985 dans un ouvrage intitulé *L'Homme qui prenait sa femme pour un chapeau*[57]. Le livre s'ouvre sur l'histoire intéressante du professeur P., musicien et patient du Dr Sacks, qui devient incapable de reconnaître les visages, y compris le sien. Le professeur P. souffre d'une agnosie visuelle qui lui fait perdre son sens du concret. La seule chose qu'il n'a pas perdue est une vision abstraite du monde par des formes géométriques. C'est pourquoi il peut encore reconnaître la musique, qui est la seule chose qui le maintien en éveil. Dans la description du cas, le médecin note que le patient peut « voir » avec ses oreilles, écouter les bruits de fond et reconnaître des symphonies classiques. Ce qui est captivant, c'est que le professeur P., s'accompagne en chantant dans ses activités journalières et s'il perd ce rythme et le fil, il ne peut plus continuer ses actions quotidiennes. La musique sera toujours quelque chose que le professeur gardera dans sa vie, comme une représentation de la réalité.

L'activité de l'écoute dans l'enfance

Dans les premières années de la vie :

> *(…) le développement du cerveau est rapide et complexe, et chaque nouvelle expérience perçue par les sens de l'enfant crée des connexions et des voies neuronales. La répétition est essentielle pour renforcer ces voies, et dans le cas de l'audition, la répétition des mots et des sons contribue au développement du cerveau de l'enfant.*[58]

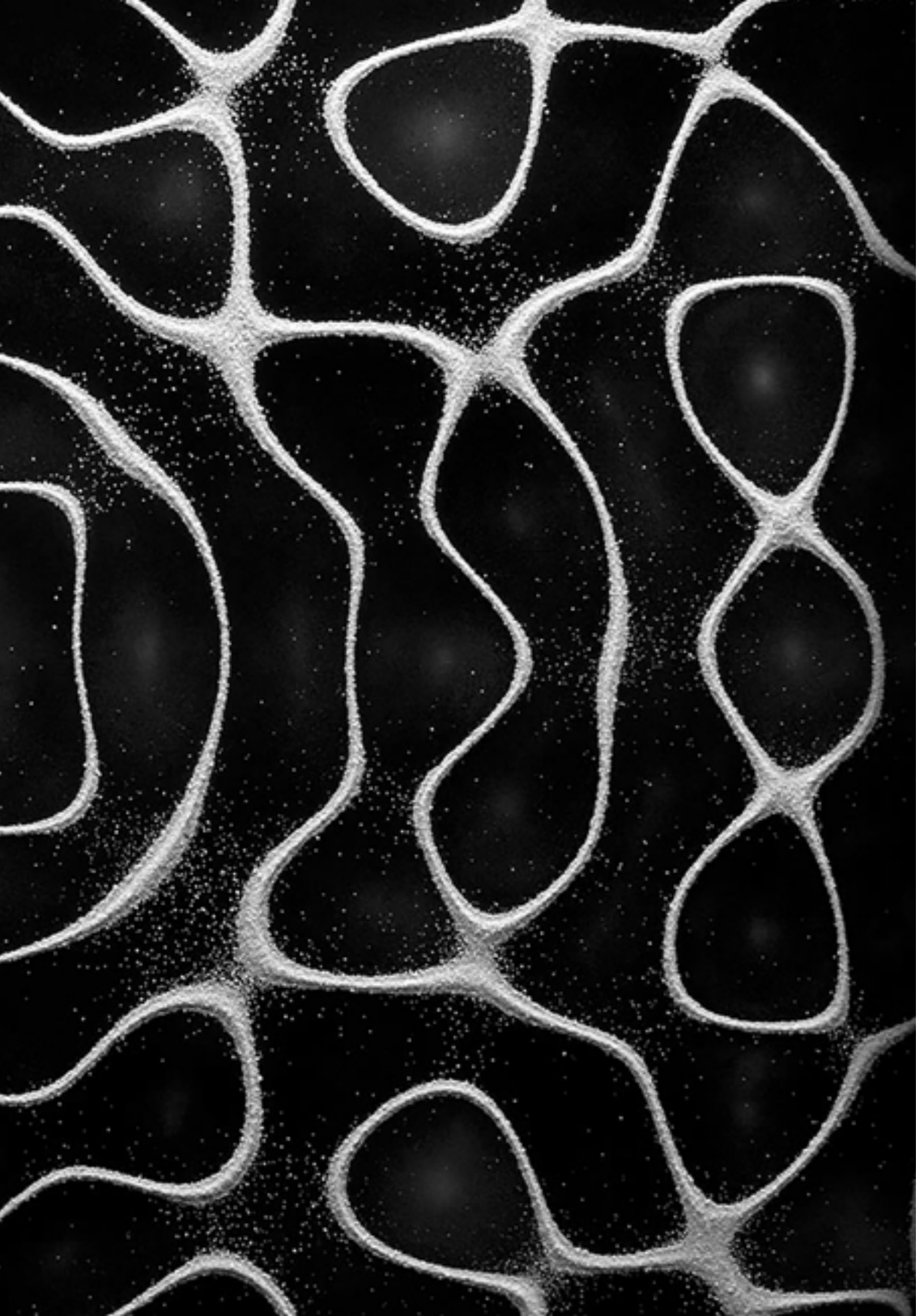
C’est avec cette intention inscrite dans sa méthode de pédagogique active, que l'éducatrice et pédagogue italienne Maria Montessori (1870-1952) accorde une importance considérable à l'éducation musicale et ses effets positifs sur l'écoute active, favorisant le développement de l'oreille et augmentant les capacités d'attention et de concentration. L'objectif de la pédagogie active de Montessori est d'éduquer l'ouïe en lui permettant de percevoir la hauteur du son et d'associer les sons aux bonnes notes. Parmi les jeux musicaux de sa méthode, citons les *boîtes à bruit*, où deux boîtes contiennent chacune six cylindres en bois. La première reçoit des cylindres d'une couleur qui, secoués, produisent des bruits différents ; dans la seconde, des cylindres de l'autre couleur produisent des bruits identiques. Le but de ces objets est

[57] Oliver Sacks, *L’Homme qui prenait sa femme pour un chapeau* (Paris : Points, 1985).
[58] S.a., Phonak, « Le orecchie sono la porta d’ingresso del cervello. », consulté le 13 juillet 2023.

de percevoir et de reconnaître les bruits, mais aussi d'entraîner la main, le poignet et le bras à l'utilisation d'instruments de musique. Le rythme est aussi très important dans ses leçons, c’est pourquoi on manipule des instruments rythmiques tels que tambours, maracas, cymbales, baguettes etc. Un dernier élément est la voix, l'instrument de musique le plus utilisé dans les écoles, notamment pour le développement du langage parlé[59].

Prenons les cloches Montessori comme exemple d'écoute active. Deux séries, comprennent chacune 13 cloches et c’est à partir du do central que chaque cloche émet une note de musique différente jusqu'à l'octave supérieure. Les cloches appartenant à la première série sont placées au hasard sur des supports en bois noir et blanc, tandis que sur l'autre série, elles se trouvent rangées dans l'ordre correct. L'enfant doit donc faire sonner les deux séries de timbres avec un battant et essayer d'associer le même son pour placer au bon endroit. Évidemment, les premières fois, le son que l'on perçoit sera étranger et désorientant, on ne comprendra pas ce qu'on entend (écoute passive). Mais petit à petit, en jouant plusieurs fois de l'instrument, l'écoute devient active et le cerveau apprend à reconnaître les sons. C'est lorsque l'enfant réalise que ces deux sons sont identiques et les associe l'un à l'autre qu'il a atteint la phase de compréhension. Le cerveau comprend que toutes les notes ne sont pas identiques, mais qu'il y en a deux qui ont la même hauteur[60]. Ces jeux sont conçus pour l'apprentissage cognitif lié à la distinction entre différents sons. Il est très important de commencer ce jeu dès le plus jeune âge, car le cerveau s'habitue à entendre des sons agréables et désagréables de manière naturelle.

[59] Isenarda De Napoli, « Montessori e musica », *MeTis. Mondi educativi. Temi, indagini, sugestioni*, no 2 (décembre 2014).
[60] « Strumenti musicali Montessori: cosa sono le campanelle musicali », consulté le 3 janvier 2023.



Analyse sonore du milieu écolier

•

L’école, un environnement bruyant ?

Les bruits dans l’école

Attention ou concentration ?

L’attention des enfants et les obstacles au silence

La sensibilisation au bruit dans l’école : cas d’études

L’écoute active de l’espace urbain : une aide à l’enfant

Les ateliers de sensibilisation à l’Ensemble scolaire Saint-Sigisbert

L’école, un environnement bruyant ?

Si on pense que nous passons environ 864 heures par an à l'école primaire et 991 à l'école secondaire[61], on réalise que l’on passe beaucoup de temps entouré de bruits. L'environnement scolaire est un milieu très bruyant : cris, portes qui se ferment, chaises qui se déplacent… Il n'y a pas de moment de silence absolu, où un enfant peut vraiment se concentrer.
Lors de la récente semaine du son de l'Unesco à Paris en janvier 2022, une enquête en ligne menée par OpenWay sur le bruit dans les écoles a révélé que la majorité des enseignants du primaire et du secondaire estiment que le bruit dans les écoles est source de stress et de fatigue. Sur 318 enseignants français interrogés, 66% ont déclaré que l'environnement scolaire est très ou assez bruyant. Le bruit ne se limite pas aux salles de classe. Deux tiers des enseignants interrogés ont déclaré qu’« il est difficile de supporter les couloirs (69%) », plus de la moitié ont également mentionné la cantine (57%). « Après une exposition importante à ce type de bruit, une pause dans un environnement calme semble indispensable », est-il indiqué[62]. Cela entraîne des problèmes cognitifs non négligeables, à la fois pour les enseignants et les élèves, et ne favorise pas non plus la concentration ou « l’action de faire porter toute son attention sur un même objet »[63] des élèves. Trop de stimuli acoustiques rendent difficile le fait de prêter attention, d'écouter, de réagir. En conséquence, la fatigue et la déconcentration posent problème quant à l'attention portée à la leçon, tant pour les enseignants que pour les élèves, surtout dans un endroit où la communication orale est cruciale :

> *Outre les conséquences importantes sur la santé des enseignants, les études montrent également que les niveaux de bruit excessifs entraînent des difficultés d'apprentissage pour lire et comprendre les instructions, des problèmes de mémoire à court et à long terme pour les élèves, une augmentation du niveau de stress et, en fin de compte, des répercussions négatives sur les performances scolaires.*[64]

Mais ce n'est pas tout. Selon une étude réalisée à Bordeaux, si dans une phrase de 27 mots, 5 mots sont mal compris ou mal interprétés, la phrase entière perd son sens[65]. Ce problème se pose d’autant plus pour les élèves avec une perte d'audition, des troubles du traitement auditif, un trouble de l'attention (TDA/TDAH) ou un retard de langage, et ceux dont la langue d'enseignement n'est pas la langue maternelle. Tous risquent davantage

[61] Marie-Christine Corbier, « En France, les élèves passent plus de temps à apprendre à lire et à compter qu’ailleurs », *Les Echos*, 24 novembre 2015, sect. 2015.
[62] Déclaration du 19 janvier 2022 in Virginie Fauvel, « Bruit à l’école : 70% des enseignants déclarent que leur établissement ne prend pas du tout en compte cet enjeu », *Banque des Territoires* [blog], 24 janvier 2022.
[63] Dictionnaire de français Larousse, s. d., consulté le 19 janvier 2023.
[64] Virginie Fauvel, *op. cit.*
[65] *Ibid.*

d'éprouver des difficultés scolaires dans un environnement bruyant. On indiquera que dans les écoles disposant d'un bon environnement sonore le niveau de compréhension des élèves peut augmenter de 25% par rapport à la normale, avec de bons résultats lors des exercices et des examens. langue maternelle. Tous risquent davantage d'éprouver des difficultés scolaires dans un environnement bruyant. On indiquera que dans les écoles disposant d'un bon environnement sonore le niveau de compréhension des élèves peut augmenter de 25% par rapport à la normale, avec de bons résultats lors des exercices et des examens.

Les bruits dans l’école

Imaginons nous dans l'environnement sonore de l'école. Au loin, je vois des enfants accompagnés de leurs parents, j’imagine le claquement d'un baiser sur leur front et le bruissement de leurs vêtements lorsqu'ils s'embrassent. Avant même qu'ils ne franchissent la porte, des voix lointaines se font entendre, de plus en plus fortes et proches à mesure que je me rapproche de la cour. Le bruit, cependant, est toujours un *piano* qui monte de plus en plus en *crescendo*. Une fois à l'intérieur de la cour, tout ce *crescendo* devient bruyant, typiquement rossinien. Une explosion de bruits, de voix, de pas courant sur les cailloux, de cris d'adultes appelant à l'attention. À un moment donné, tout le monde, ou presque, est réduit au silence par un son métallique, parfois un simple *driiin*. C'est là que la journée commence. Chacun se retire dans sa salle de classe pour continuer et, comme par magie, la cour se vide, créant un lieu étrange.

Dans l'école elle-même, le bruit peut provenir de diverses sources et prendre différentes formes. Il y a les bruits de l'extérieur : les voitures et les klaxons dans les rues, les trains sur les lignes de chemin de fer, les avions, etc. ; d'autres propres à l'environnement de l'école, à savoir les sonneries, les portes qui se ferment, les chaises qui raclent le sol et bien d'autres. Ils peuvent également être amplifiés par la conception du bâtiment architectural, à l'isolation acoustique inadaptée, ou par des comportements qui, additionnés, créent des sons trop forts. Dans le cas des écoles, les sons de fond sont réglés en fonction du rythme journalier. Il y aura plus de bruit de fond lors de la récréation, à la cantine, ou encore lorsqu'ils entrent et sortent de l'école. Le temps de réverbération (T) dans une pièce fermée est le temps nécessaire pour qu'une impulsion sonore générée dans la pièce devienne pratiquement inaudible. Le son rebondit à plusieurs endroits, sur différentes surfaces. Murs, fenêtres, plafonds ou tables. « Le temps de réverbération d’une pièce ou d’un espace est défini comme le temps nécessaire au son pour

décliner de 60 dB »[66&67]. C'est un des principaux problèmes dans les écoles : les salles de classe ne sont pas bien isolées permettant aux bruits extérieurs de se propager dans la classe. À leur tour, si des enfants crient ou font du bruit à côté, cela peut gêner l'enseignant et celui-ci est obligé de hausser le ton.
Tous ces stimuli sonores deviennent problématiques dès que l'on dépasse des seuils de décibels trop élevés, car les oreilles mettent plus de temps à récupérer :

> *[…] un niveau sonore de 80 dB(A) (niveau mesuré dans certaines écoles) est comparable à celui rencontré dans une menuiserie ou à proximité d'un axe à circulation automobile intense.*[68]

Les oreilles mettent alors plus d'une demi-heure à s'en remettre, perturbant les plans psychologiques et cognitifs. Le bruit que nous entendons constamment est une information supplémentaire que le cerveau doit traiter. En outre, plus la classe est bruyante, plus les enseignants sont obligés d'élever la voix et donc d'augmenter le niveau sonore dans la classe. Par conséquent, pour s'assurer que les messages entre les enseignants et les élèves sont compris (si 95 % des phrases sont compréhensibles, l'intelligibilité du message est satisfaisante), il est sage de tenir compte de l'ambiance sonore et du temps de réverbération[69]. La première est constituée de l'ensemble des sons qui forment un fond sonore, dans lequel se fondent tous les autres bruits importants, tels que les voix ou la musique[70].

Attention ou concentration ?

Il faut établir une distinction entre ce que sont l'attention et la concentration au niveau psychophysique. L'attention est ce processus cognitif qui consiste à sélectionner les aspects importants et à ignorer les moins importants. La concentration, quant à elle, c'est la capacité d'une personne à diriger son attention, c'est-à-dire à décider de prêter attention ou d'ignorer une notion, une situation, etc. Chez les enfants, la concentration peut être amélioré par des exercices musicaux, une activité physique, la méditation,

[66] Par exemple, « si le son dans une pièce mettait 10 secondes à décliner de 100 dB à 40 dB, le temps de réverbération serait de 10 secondes. Cela peut également être écrit comme l'heure T60» : in Clarke Roberts, « Qu'est-ce que le temps de réverbération et comment est-il calculé ? », *Cirrus Research France* [blog], 28 avril 2020.
[67] Par exemple, dans une salle de classe, le temps de réverbération est de Tr=2.2 in Gwendoline Clotuche, « Vade-mecum du bruit dans les écoles, Combattre le bruit dans les écoles, pourquoi et comment ? », *Bruxelles Environnement*, janvier 2014., p. 12.
[68] Gwendoline Clotuche, *op. cit.*, p. 6.
[69] *Ibid.*, p. 8.
[70] Rémi Adjiman, « Qualifier et catégoriser les sons d'ambiance pour les indexer dans une sonothèque : axes de réflexion », *HAL open science*, 30 octobre 2017, p. 2, consulté le 19 janvier 2023.

de manière à améliorer la mémoire et l'attention[71].
L'attention et la concentration ont tous deux des durées différentes : la première dure très peu de temps, à savoir 8 secondes ; la deuxième est de 20 à 30 minutes pour un enfant de 10 ans[72]. Elles sont toutes les deux importantes pour les réponses physiologiques et comportementales. Une personne consciente a deux types d'attention, une active et une passive :

> *L'attention active est un processus volontaire visant à augmenter la vigilance, la concentration, l'intérêt et les besoins d'une personne. La curiosité et la faim sont les stimuli de l'attention active. On peut dire que l'attention passive est un processus cognitif involontaire qui est facilement détourné par tout stimulus externe.*[73]

Donc comme nous l'avons vu, même un petit changement de concentration peut modifier et réduire cette capacité, par exemple la faim, la fatigue, le bruit et les stimuli extérieurs.
Si l'on pense à un environnement plein de stimuli et de bruits comme une école, il est facile de comprendre le paradoxe de la situation : dans ce milieu dédié aux relations et à l'apprentissage qui intéresse par exemple le designer des milieux, le niveau d'attention n'est pas très élevé.

L'attention des enfants et les obstacles au silence

Il est toutefois possible de transformer cet environnement bruyant en un lieu d'apprentissage agréable, en détournant l'attention des agents distrayants qui peuvent gâcher le climat nouvellement créé. Vu qu'il n'est pas toujours facile de travailler sur l'aspect architectural, les enseignants, pendant les cours, sont obligés de trouver des solutions alternatives, par exemple en demander le silence. En effet, le grand problème pendant les cours est d'obtenir le silence. Combien de fois les enseignants sont-ils obligés de crier « Silence ! » pour l'obtenir ? Et combien de fois les enseignants et les enfants sont-ils fatigués par trop de bruit ? Les enfants sont obligés de se taire constamment, alors qu'ils n'ont besoin que de reposer leur cerveau après de nombreuses heures d'étude. On pense que l'enfant de 10 ans est capable de gérer ses propres émotions et de savoir quand faire silence, mais au contraire, le lâcher prise est aussi une façon de se comprendre et de s'écouter. C'est pourquoi il peut être intéressant de revoir la façon dont l'enseignant et le système scolaire gèrent la leçon et de trouver des méthodes

[71] « Contrôle attentionnel », in *Wikipédia*, 6 septembre 2022.
[72] Laura Bruzzaniti, « Strategie per migliorare attenzione bambini | *Novakid Italia* », Novakid Blog [blog], 7 décembre 2022.
[73] Ms Lamba *et al.*, « Impact of Teaching Time on Attention and Concentration », *Journal of Nursing and Healthcare Research* 3 (1 août 2014) p. 1-4.

plus efficaces pour résoudre le bruit scolaire. La gestion d'une classe n'est en aucun cas facile et les obstacles au silence sont nombreux et peuvent conduire à l'impatience et à la colère. Les situations qui peuvent faire obstacle au silence ont des raisons différentes[74] :

- Bruit et chaos avant les cours et pendant le changement d'heure.
- Les enfants qui sont distraits pendant les cours.
- L'élève qui arrive en retard en classe.
- Enfin, le malaise des élèves dû à la trop grande quantité de devoirs donnés par les enseignants.

La sensibilisation au bruit dans l'école : cas d'études

Le silence est difficile à obtenir, c'est pourquoi il est important et nécessaire de changer le point de vue pour gérer la classe pendant les cours. D'autres méthodes pédagogiques plus empathiques sont-elles possibles pour susciter la tranquillité d'une classe ? Il est très important, dans les écoles, de commencer par la sensibilisation au bruit, afin d'aborder les problèmes de bruit de manière plus pragmatique. L'objectif des activités de sensibilisation est de stimuler la sensibilité à l'écoute et de permettre une analyse des différents sons et bruits dans un lieu donné. Elles permettent également de prendre conscience que trop de bruit est un problème pour soi et pour les autres, surtout s'il y a des enfants à l'école qui ont des problèmes d'audition.

« *Drinnn! Come suona la mia scuola ?* » (« *Comment sonne mon école ?* »), est un projet éducatif comprenant une série d'ateliers de sensibilisation au bruit environnemental destinés aux classes de l'école primaire de Florence. Le projet, réalisé en 2015, a été organisé par le centre de recherche, de production et d'éducation musicale Tempo Reale, fondé par Luciano Berio (compositeur italien, parmi les plus importants de l'avant-garde européenne, également pionnier dans le domaine de la musique électronique) :

> *Que se passe-t-il si, dans une classe, les bancs se transforment en instruments à percussion ? Si la cloche devient un élément de structure musicale ? Si les mains des enfants peuvent produire des sons et des bruits de toutes sortes ? Si le papier se prête à quel matériau de partition sonore originale ?*[75]

[74] Enrico Santini, « Affrontiamo le situazioni conflittuali in classe », *Corso di formazione docenti neoassunti*, 2015-2016, p. 1-8.
[75] « DRINNN - come suona la mia scuola? », Tempo Reale, 7 septembre 2012, consulté le 11 novembre 2022.

L'objectif est d'impliquer les enfants dans un processus créatif qui présente sous un jour nouveau l'un des principaux univers sonores de leur vie quotidienne : l'école. Trois phases principales accompagnent l'enfant dans la découverte d'une nouvelle façon d'entendre le son, en proposant des parcours dynamiques avec des professionnels et des musiciens[76]. Les premières leçons sont de petits exercices d'éveil et de connaissance du souffle et de la voix. Ils se poursuivent par la découverte des caractéristiques du son à travers des jeux de noms et d'onomatopées. Les enfants découvrent ensuite le potentiel sonore d'outils du quotidien (cahiers, stylos, chaises, trousses…) utilisés de manière non conventionnelle, libérant leur créativité pour arriver enfin aux sons du corps (cœur, etc.).

La deuxième phase se concentre davantage sur l'écoute active de l'environnement : les enfants sont amenés à faire une promenade d'exploration sonore autour de l'école. L'écoute des bruits quotidiens prend un nouvel aspect, en raison de l'attention différente portée aux nombreux détails qui passent normalement inaperçus. À partir de ce moment, une base de données de bruits est créée, elle construit un alphabet graphique partagé, réutilisable pour la phase suivante, celle de la composition proprement dite. La troisième rencontre se concentre alors sur la production d'une pièce écrite en organisant les sons rencontrés précédemment et en transformant les objets quotidiens de l'environnement scolaire en instruments sonores. L'école devient ainsi une grande architecture sonore, dans laquelle chacun est musicien. Les enfants s'écoutent les uns les autres et suivent les mouvements des autres, laissant la place au bruit que les objets produisent.

L'écoute active de l'espace urbain : une aide à l'enfant

Puisque nous avons mentionné dans la troisième partie l'importance de l'architecture pour l'insonorisation des écoles, nous verrons dans cette section comment la disposition de certains objets peut devenir importante pour l'activation de sens tels que l'ouïe. C'est pourquoi l'écoute active devient une partie importante du travail cognitif du cerveau. Rob Withagen et Simone R. Caljouw analyse dans *Aldo van Eyck's Playgrounds : Aesthetics, Affordances, and Creativity*[77] les terrains de jeux que Van Eyck construisit après la Seconde Guerre mondiale dans certains quartiers d'Amsterdam (Fig.3). L'article examine les jeux d'un point de vue psychologique et social, en abordant des thèmes tels que l'esthétique, l'accessibilité et la créativité. Les aires de jeux de Van Eyck n'ont pas, par exemple, de barrières délimitant

[76] *Tempo Reale - DRINNN ! Come suona la mia scuola ?* (*documentarie*), 2017., consulé le 11 novembre 2022.
[77] Rob Withagen et Simone R. Caljouw, « Aldo van Eyck's Playgrounds: Aesthetics, Affordances, and Creativity », *Frontiers in Psychology* 8 (2017), consulé le 28 décembre 2022.

l'espace, ils se mêlent à la ville elle-même. Le sociologue Richard Sennet insiste également sur les aspects du jeu, dans lequel l'ambiguïté spatiale incite les enfants à s'engager les uns envers les autres, à s'entraider en cas de danger. Dans le cas de certaines aires construites près de la route (Fig.4), les enfants coopèrent naturellement et organisent, par exemple l'utilisation des cris pour avertir les autres tout en *écoutant* les voitures qui arrivent. Pour cette raison, ils ont dû inventer des règles qui leur permettent de jouer sans se faire écraser par les voitures. L'architecte a donc utilisé – certes à une autre époque que la nôtre - d'une manière directe et sans protection les formes les plus simples et les plus claires invitant les jeunes utilisateurs à développer l'attitude d'anticipation du danger. Ici l'écoute active des bruits de la rue entre en jeu : les enfants sont obligés d'écouter ce qui se passe autour d'eux pour pouvoir jouer. Utilisant également l'outil qu'est la voix, ils sont capables d'avertir leurs compagnons de manière claire et concise quand il y a danger. En fait, crier est un moyen primordial de se faire entendre et de créer des délimitations dans l'espace.

Les ateliers de sensibilisation à l'Ensemble scolaire Saint-Sigisbert

À partir de ces activités de sensibilisation de Tempo Reale et des expériences de Van Eyck, j'ai voulu proposer des exercices d'écoute active et de discussion autour du bruit dans un contexte de la ville de Nancy. J'ai réalisé un travail cognitif et sonore, qui se déroulait en trois séances, avec les enfants de 6ème du collège Notre Dame Saint Sigisbert de Nancy afin de comprendre, à travers un exercice d'écoute ludique, l'univers sonore de l'environnement scolaire. L'idée, grâce à ces exercices, est de dynamiser l'école par le biais d'un support physique impliquant le bruit sous ses différentes facettes, puis d'arriver à un discours de projet plus large, où le son peut être pensé comme un support à l'enseignement ou pour rendre certains bruits plus agréables.

Avec l'aide d'Irène Colombain, professeure de musique et musicienne, nous avons voulu mettre l'accent sur la terminologie, en définissant le bruit comme une sorte de son, afin d'en donner une image positive à un enfant de 10/11 ans. Ce qui est positif et intéressant, c'est que l'école a déjà décidé de transformer les aspects bruyants en mélodies agréables. Par exemple, la sonnerie n'est plus le bruyant *driiin*, mais est devenu une chanson folklorique plus douce. Et dans l'école, avec Irène, les enfants et l'enseignant chantent ensemble la chanson de la nouvelle sonnerie, en ajoutant éventuellement un claquement de doigts en rythme avec la musique, ou en frappant des mains en rythme.

Les deux premiers ateliers ont été réalisés avec une classe comprenant un enfant souffrant d'hyperacousie. L'hyperacousie est un trouble de l'audition dans lequel « la perception des bruits et des sons, même les plus

Fig.3 L'aire de jeux d'Aldo van Eyck dans la rue Van Boetzelaerstraat à Amsterdam, Aldo van Eyck, 1950-1960.

Fig.4 L'aire de jeux d'Aldo van Eyck dans la Buskenblaserstraat à Amsterdam, Aldo van Eyck, 1950-1960.

banals, est augmentée. Le sujet est hypersensible à tous les sons qui deviennent ainsi gênants et contraignants au quotidien. »[78]. Dans le premier atelier, l'objectif était de comprendre, à travers un exercice d'écoute ludique, l'univers sonore de l'environnement scolaire. L'exercice d'écoute est essentiel pour sensibiliser les enfants aux sons de l'environnement. À partir de l'explication des notions de sons agréables et désagréables avec un mini-exercice interactif avec des icônes (Fig.5), on peut passer à l'exercice de l'écoute active : les enfants ont « chassé » les sons agréables et désagréables dans la cour de l'école, puis les ont notés dans une liste commune pour en discuter ensemble. Il a eu des débats sur la qualité de certains sons, agréables et désagréables. Grâce à ce premier atelier, j'ai pu constater que les enfants étaient beaucoup plus sensibles lorsqu'ils écoutaient attentivement.

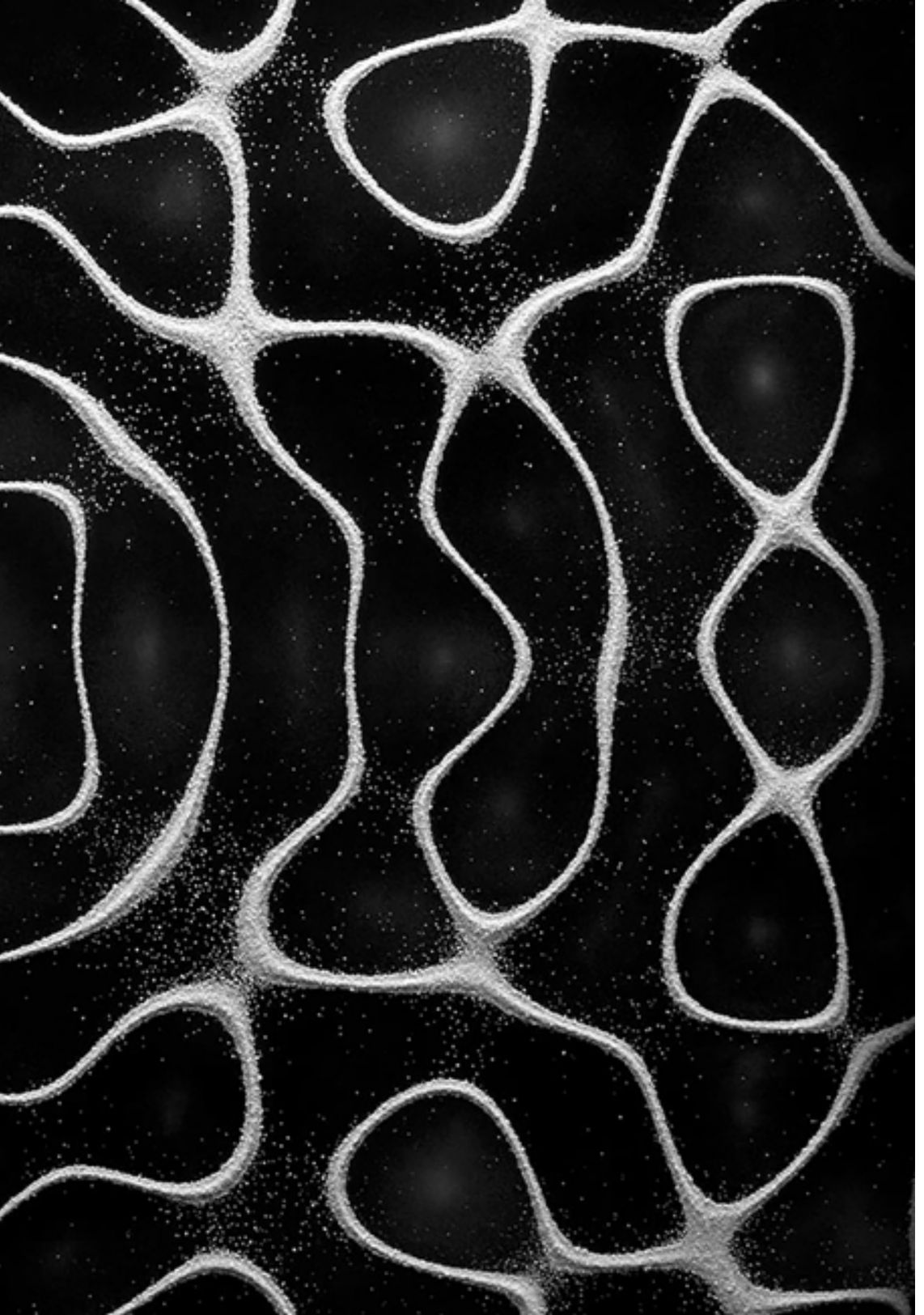
Le fait qu'un son soit gênant ou non dépend de nombreux facteurs. Si les enfants sont très concentrés, on parle alors d'écoute active et les sons deviennent beaucoup plus gênants. Si, au contraire, la concentration est faible, les oreilles ne font pas attention à ce qu'elles entendent et les sons deviennent un fond sonore. Pour les enfants souffrant de déficiences auditives, telles qu'une hypersensibilité auditive et/ou une hyperacousie, les sons sont perçus très différemment. Les sons deviennent beaucoup plus forts, et donc tout devient bruyant. Cela devient un problème dans une école, car ces enfants souffrent davantage que ceux qui n'ont pas de problèmes auditifs.

Sur la base de cette première expérience, le deuxième atelier a consisté à discuter de l'environnement et à créer une carte expliquant quel était l'environnement le plus bruyant. L'objectif était de permettre aux enfants d'être plus attentifs à la gestion de leur voix, car si l'on se déconcentre, on perd aussi des connaissances scolaires.

Enfin, le troisième atelier était une activité de langage verbal et non verbal, afin que je puisse également aborder la musique d'une manière thérapeutique. L'objectif était de créer une expérience collective de création d'un univers sonore à travers les mots et le rythme. Les enfants en groupes devaient inventer un texte rimé dans lequel ils racontaient l'année scolaire ; ils devaient ensuite s'organiser et se coordonner pour chanter, rapper et jouer leurs textes. J'ai pu constater l'importance du travail en groupe, où la base de la coordination est le rythme, tant physique que mental. En ce qui concerne les deux enfants autistes, cela m'a permis de voir qu'ils avaient besoin de leur propre espace et que l'écriture d'un texte et sa mise en musique sont thérapeutiques sur le plan émotionnel.

[78] « L'hyperacousie », *Fondation Pour l'Audition* [blog], consulté le 22 octobre 2023.

Fig.5 Premier atelier avec Saint-Sigisbert, Silvia Fontana, *Les icones sonores*, 2022



Les dispositifs éducatifs et sonores

•

Le design dans les objets et les catégories musicales

L’instrumentarium Baschet

Le design dans l’école : Simon Geneste

Sehor, l’association musicale

Le design dans les objets et les catégories musicales

D'un point de vue théorique, nous avons vu comment les pratiques pédagogiques de sensibilisation au bruit sont importantes pour un enfant. Si, sur le plan pratique, nous transmettons cette nouvelle façon d'écouter le bruit avec des objets sonores, cela aura-t-il le même résultat ? Les matériaux ont une âme musicale qui, individuellement, peut être perçue comme du bruit, mais qui, mise en contexte avec d'autres objets sonores, change complètement de sens. Dans cette partie, nous démontrons qu'il est possible de produire de nouveaux sons à l'aide d'objets, même d'objets quotidiens ou de récupération. Nous reprendrons la pensée de Pierre Schaeffer, en utilisant le terme « objets sonores » pour identifier tous les objets qui produisent des sons, mais qui ne sont pas des instruments de musique. Le design sera également perçu sous un angle différent, autre que ce qui concerne l'objet industriel, lié au capitalisme ou à cette forme de commerce liée au design sonore décrit dans le premier chapitre.

Comme discipline qui étudie et englobe de nombreux autres domaines, elle ne se limite pas à l'objet lui-même. Elle prend aussi en compte la relation psychologique et émotionnelle des individus. Elle épouse les époques, la culture, l'histoire, la littérature et aussi la musique. Pour clarifier ce concept de design, il est utile de se référer à la pensée développée par le chercheur Roland Cahen. Roland Cahen (1958-) est un compositeur électroacoustique français, designer sonore, enseignant et chercheur au Centre de recherche en design (CRD), à l'Ens Paris-Sacaly et l'Ensci de Paris. Il fut un élève de Pierre Schaeffer et Guy Reibel au Conservatoire National Supérieur de musique et de danse de Paris (CNSM). Il compose également pour le multimédia et les installations interactives[79]. Auteur d'ouvrages à caractère ludo-pédagogiques et d'articles sur la recherche musicale contemporaine, la conception sonore et la musique interactive, ses domaines de recherche privilégiés sont la spatialisation sonore, la scénographie, l'espace et la navigation sonore[80].
L'un des concepts qu'il a développés est la notion d'« expérience sonore », c'est-à-dire :

> *Ce qu'on ressent, ce qu'on vie quand on fait l'expérience d'une ambiance : chacun va voir une expérience différente, mais on va tous avoir un peu la même l'expérience dans certains contextes. En vrai, on ne peut pas designer l'expérience, par contre on peut concevoir les éléments qui vont rendre probable une expérience.*[81]

[79] comme Icare, Bandonéon, PHASE : il s'agit de projets de recherche consacrés à l'étude et à la réalisation de systèmes d'interaction multimodale pour la génération, la manipulation et le contrôle du son et de la musique.
[80] « Roland Cahen », in Wikipédia, 9 mars 2021.
[81] Entretien avec Roland Cahen réalisé le 30 janvier 2023.

Lors de notre entretien, il affirme encore :

> *[Que] dans le design un point clé c'est le dispositif : c'est un peu comme le design de milieu, c'est-à-dire que c'est un cadre où on met en place quelque chose en design, donc en design éventuellement des objets, des méthodes, qui vont permettre à des personnes d'être à l'intérieur de ces dispositifs et de pouvoir les utiliser. Ces dispositifs peuvent prendre différentes formes : de formes matérielles, de formes techniques, de formes immatérielles, de formes pédagogiques.*[82]

C'est exactement ce que John Cage (Fig.6) a fait pendant son enseignement au Black Mountain College de Chicago vers 1948. Le compositeur avait créé des leçons qui reliaient l'expérience active de l'écoute et faire découvrir la musique d'un point de vue complètement différent dans le simple fait, par exemple, de faire la vaisselle. Selon Cage si nous commençons à écouter activement, les bruits que produisent les gestes, les objets et le contact entre eux deviennent une expérience sensible et musicale. Tout le monde peut faire de la musique, il suffit de changer le point de vue et commencer à percevoir les sons différemment pour les transformer en quelque chose de plus agréable, comme les instruments d'un orchestre.

Il est intéressant de noter que Cage parle d'objets du quotidien qui produisent un son, plus ou moins agréable[83]. Il avait coutume de dire qu'il est important d'enseigner l'interaction entre soi et son environnement et que, pour ce faire, nous devons prendre et conscience des objets et de leur pouvoir. C'est pourquoi il imagine des exercices ou des expériences avec des objets pour créer des pièces musicales. Chaque matériau a pour lui un son différent et nous permet de les combiner pour comprendre comment ils s'assemblent. C'est ce que l'on peut constater dans l'ensemble d'objets appelé *Instrumentarium 'Imaginary Landscape No. 3'* (1942). La pièce d'un seul mouvement a une durée de trois minutes. Elle a été conçue pour six percussionnistes jouant sur des boîtes de conserve, un gong muet, des oscillateurs à fréquence audio, trois platines à vitesse variable utilisant des enregistrements sonores, des buzzers, une marimbula amplifiée par un microphone et une bobine de fil amplifiée fixée à un bras de phonographe[84]. C'est un exercice très curieux qui montre comment un morceau de musique peut être créé avec quelques objets simples, qui ne doivent pas nécessairement être des instruments de musique perfectionnés. Il suffit qu'un matériau au contact d'un autre matériau crée un son qui se propage dans l'air. Pour Cage, il s'agit d'un exercice pédagogique, qu'il a utilisé dans une école d'art et de design. Le compositeur met l'accent sur l'exploration et la recherche pour mieux comprendre l'environnement et les sons. Grâce à différents dispositifs sonores, qu'ils soient vocaux, mécaniques et/ou électroniques, de multi-

[82] Entretien avec Roland Cahen, *op. cit.*
[83] Valérie Mavridorakis, Christophe Kihm, *Transmettre l'art : Figures et Méthodes. Quelle Histoire ?* (Dijon : Les presses du réel, 2013).
[84] « Imaginary Landscape No. 3 », in *Wikipedia*, 8 juillet 2022.

ples formes d'art peuvent être créées, allant du théâtre à la danse en passant par l'expression musicale individuelle et collective. C'est pourquoi le son est lié à différentes formes d'art comme le design.être créées, allant du théâtre à la danse en passant par l'expression musicale individuelle et collective. C'est aussi pourquoi le son est lié à différentes formes d'art comme le design.

L'instrumentarium Baschet

Nous avons vu combien le paysage sonore à l'intérieur des écoles est varié : la cloche, les bancs, les portes, les stylos qui tombent sur le sol… Savoir gérer ces stimuli sonores c'est aussi savoir exploiter au mieux le bruit pour lui faire prendre une autre forme. Le design peut ici agir avec des méthodes alternatives, non seulement en travaillant sur l'objet lui-même, mais en étudiant des méthodes pédagogiques qui travaillent avec les protagonistes d'un lieu.

Lorsqu'on parle de pédagogie du son, les travaux de François (1920-2014) et Bernard Baschet (1917- 2015) ressortent. Le premier, un sculpteur et son frère, un ingénieur, ont activement contribué à la création d'une nouvelle façon de faire de la musique. Il s'agit de la création d'objets musicaux impliquant les arts plastiques (la sculpture) tout en créant de véritables œuvres d'art musicales. L'une de leurs productions les plus célèbres est l'*Instrumentarium Pédagogique Baschet* (Fig.7). Il regroupe l'ensemble de leurs travaux et réflexions développés au fil des ans. Conçu dans les années 1970, il se compose de 14 structures sonores offrant une palette sonore d'une centaine de timbres et permettent, avec parfois des sons électroacoustiques, une expérience collective par le jeu et l'exploration.
À la base de la méthode pédagogique se trouve la composante d'écoute :

> *C'est l'écoute qui est stimulée par cette richesse contrastée : l'écoute des sons, de soi, des autres. Et cette écoute n'est pas qu'auditive, dans l'expérience, elle est d'abord kinesthésique. Plus largement, c'est en fait une attitude globale, très adaptée à l'improvisation musicale.*[85]

Et c'est précisément sur ce principe que je voudrais me concentrer, pour montrer une façon adaptée au sujet de penser le design.

[85] Association Structures Sonores Baschet, « Baschet Sound Structures », *Baschet Sound Structures* [blog], consulté le 19 février 2023.

Fig.6 Shiraz Art Festival : David Tudor (gauche) et John Cage (droite) au festival de 1971, John Cage, 1971

Fig.7 Atelier autour de l'Instrumentarium Baschet au jeune public avec la musicienne Karen Nonnenmacher, Orchestre Philarmonique de Strasbourg, 2022

Le design dans l'école : Simon Geneste

Dans le quotidien, le changement de sonnerie est un changement cognitif important dans la routine quotidienne de l'enfant. S'habituer à quelque chose de familier peut calmer l'élève pendant la leçon et ainsi améliorer sa concentration. Simon Geneste, jeune designer plasticien de Châteauroux, collabore depuis ses études avec des artisans, des musiciens et des agriculteurs. Simon a réalisé un projet en collaboration avec une classe de CE1 de l'école d'Ahun en Creuse (Fig.8). L'objectif est « d'imaginer un nouveau carillon qui rythme les différentes séquences de la vie scolaire dans le bâtiment »[86]. L'idée du projet est née de quelques rencontres dans le village, notamment avec une famille de potiers qui utilisaient le bruit pour vérifier si la production était défectueuse ou non : il suffisait de donner un coup sur le matériau. Si la poterie gronde, elle est défectueuse. Après avoir fait des recherches sur les sons du village, Simon remarque que la sonnerie de l'école primaire est très dérangeante et qu'il pourrait être intéressant d'utiliser la céramique pour fabriquer une cloche. Le designer conçoit alors un protocole qui s'articule de la manière suivante : dans un premier temps, les enfants effectuent une immersion dans l'ateliers des artisans, puis, avec Simon, ils réalisent une leçon sur l'écoute et les sons agréables et désagréables. Avec les enfants, sont ensuite fabriqués des composants comme les tiges qui permettent à la cloche de sonner. Tous ces éléments sont fabriqués par des artisans du village, à partir de matériaux locaux. Dans un second temps, les écoliers participent à la composition de la cloche en essayant de la faire sonner de la meilleure façon possible. La cloche est toujours utilisée par les enfants et ils l'aiment beaucoup. Ce sont eux, ou le gardien de l'école, qui la sonnent, pour marquer les heures de récréation, de cours, d'activités, etc. Au lieu du bouton avec la cloche stridente, les enfants jouent quelque chose de musicalement agréable à l'oreille. C'est agréable parce que la cloche est comme un drapeau qui se lève et que c'est un jeu conçu de manière ergonomique pour être manipulé par des enfants[87].

[86] Simon Geneste, « Une cloche à l'école — simongeneste.com », consulté le 19 février 2023.
[87] Entretien avec Simon Geneste réalisé le 26 avril 2023.

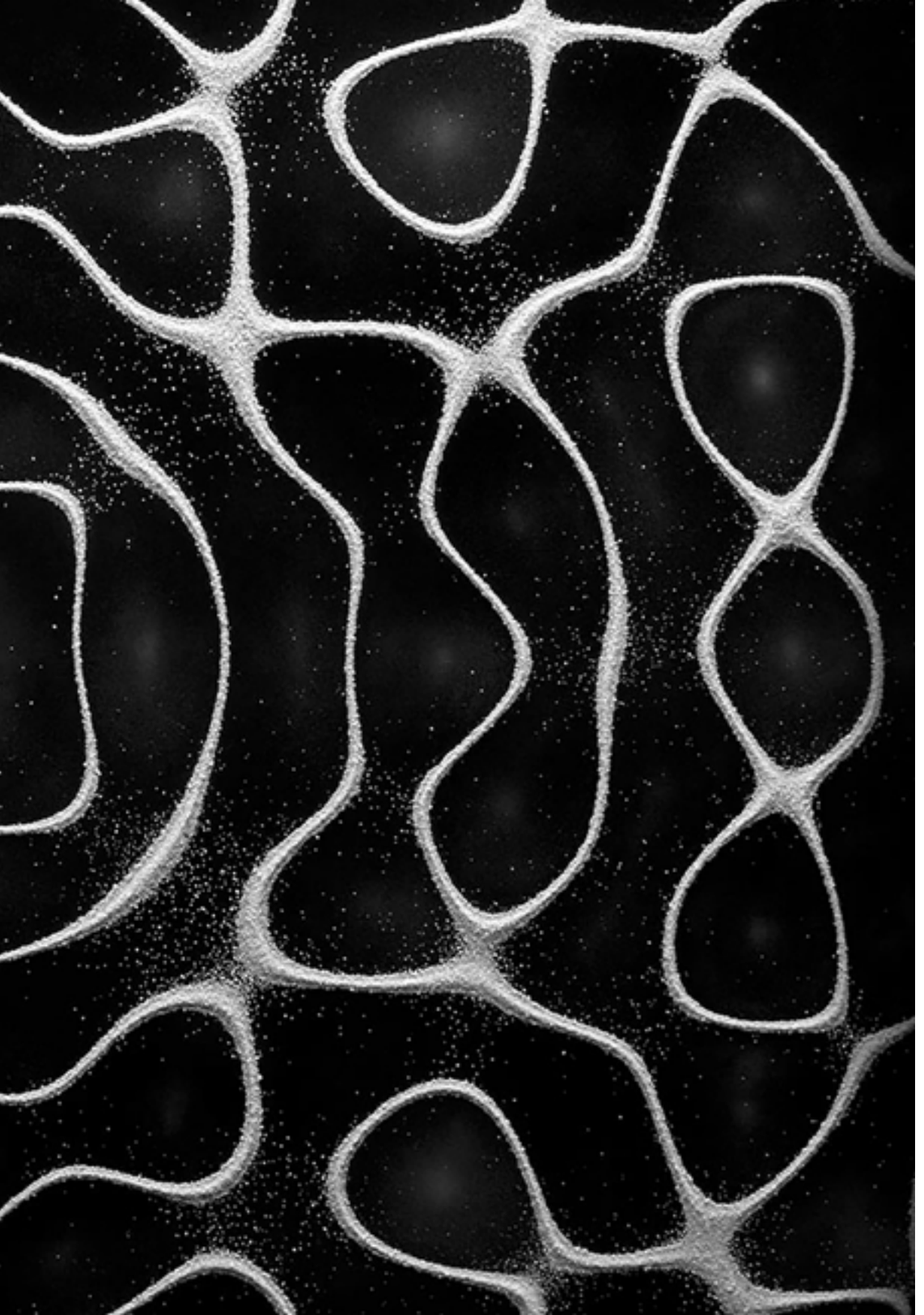
Sehor, l'association musicale

On peut donc fabriquer du son à partir d'un matériau simple à mettre en œuvre. Et s'il est construit selon les règles acoustiques, même un simple matériau recyclé peut produire de véritables notes de musique. C'est ce que font les musiciens de l'association Sehor – L'univers musical, située au cœur de la ville de Nancy. La spécialité de l'association est de créer de véritables instruments de musique avec des objets recyclés, du bois, des tuyaux en pvc, des cymbales provenant de vieux tambours etc. Avec ces instruments, ils réalisent des ateliers musicaux pour des publics de tous âges, car la musique n'a pas de limites pour eux. Durant les mois d'avril à juillet 2023, j'ai pu effectuer un terrain au sein de cette association pour approcher, en tant que designer des milieux, le monde du bricolage musical et de la fabrication d'ateliers. Mes tâches principales consistaient à accompagner les musiciens de Sehor pendant les ateliers : nous jouions des pièces de musique pendant que les enfants faisaient des rythmes avec les instruments recyclés (Fig.9). Cela m'a permis d'observer le déroulement des ateliers, la manière d'aborder les enfants et d'enseigner la pratique d'un instrument à d'autres personnes. Nous avons également organisé des ateliers de fabrication, au cours desquels nous fabriquions des outils avec les enfants à partir d'objets de recyclage.

La particularité de ces musiciens est qu'ils fabriquent ces instruments en écoutant activement les sons qu'ils produisent, en étant capables de trouver les bonnes notes. C'est pourquoi ils sont également très doués pour l'improvisation musicale, car ils sont capables de penser à plusieurs combinaisons musicales possibles en très peu de temps et de les reproduire presque instantanément. Découvrir de nombreux instruments, aborder le rythme et le son, jouer en groupe et développer sa créativité musicale, tel est l'objectif des ateliers d'improvisation. Il était très intéressant de voir comment des personnes de tous les âges et de toutes les générations s'approchaient des instruments avec curiosité, les observaient, les essayaient et en jouaient ensemble. L'écoute des autres est ici essentielle, car ce n'est que par l'attention que l'on peut jouer ensemble de la musique. La valeur expressive du son ne se mesure pas seulement dans les instruments de musique haut de gamme, tels que ceux utilisés dans les orchestres, mais peut également être liée aux matériaux recyclés. Tout le monde peut faire de la musique et même tous les objets, qui peuvent normalement être bruyants, peuvent contribuer à créer des sons agréables.

Fig.8 Inauguration du projet *Une cloche à l'école* d'Ahun (Creuse), Simon Geneste, *Une cloche à l'école*, 2019

Fig.9 Atelier Sehor dans le cadre du Festival Bon Moment à l'Octroi de Nancy (54), Silvia Fontana, 2023



Conclusion

•

Sens d’un mémoire

Sens d’un mémoire

Si l'on habitue son oreille, tout peut devenir musique. Pierre Schaeffer lui-même, lorsqu'il créa sa Symphonie pour un homme seul avec Pierre Henry, déclara qu'« un homme seul possède bien plus que les douze notes de la voix solfiée. Il crie, il marche, il siffle, il frappe du poing, il rit, il gémit »[88]. Le sens de ce mémoire est donc de proposer une réflexion sur une autre façon d'écouter, de comprendre les bruits et de les adapter en sons par un travail cognitif, notamment au niveau de l'enfant. C'est pourquoi nous commençons par une distinction historique et sociale de la différence entre le son et le bruit dans le premier chapitre, que nous lions ensuite à la manière d'écouter dans le second. La musique concrète est en quelque sorte le fil conducteur théorique de cet essai, puisqu'elle propose une expérience sonore basée sur l'écoute du bruit sous tous ses aspects. Et l'objet sonore fait partie de cette expérience, car le son qu'il produit peut être modifié, traité, écouté comme un instrument classique. Le lien avec l'enfance est fondamental pour pouvoir enseigner l'écoute du bruit en tant que son dans les ateliers éducatifs. Un contexte comme celui de l'école, comme nous l'avons vu au chapitre trois, est baigné dans une ambiance qui perturbent l'attention et la concentration, et rendent difficile la communication entre l'élève et l'enseignant. C'est pourquoi les ateliers de sensibilisation sont importants pour une initiation à l'écoute du bruit.

Les différentes étapes par lesquelles il m’a fallu passer pour comprendre ce qui n’était qu’une intuition naïve furent parfois longues mais leur diversité rend hommage à la possibilité de se plonger autant dans la lecture, que dans la pratique de terrains variés. Les exemples – cas d’études et collaboration entamées – me portent aux réflexions suivantes lorsqu'on intègre dans la pensée du designer, les appareils musicaux, les instrumentarium, les sonneries dans les écoles…

Ces pratiques questionnent nécessairement la designer que je suis – que faire par exemple de ces objets intelligents de Sehor, mais qui portent les stigmates de la bricole - et ravissent sans doute la musicienne – quelle merveille que le son, l’écoute active à partir de peu. Au-delà de l’habilité performative et de la précision musicale les enjeux sociaux portés par Sehor sont importants et les moyens associatifs tout à fait insuffisants et impropres par rapport aux formes d’intelligence qu’ils stimulent chez les enfants. Les enjeux se définissent donc à la fin de ce parcours par la façon d’envisager ce qui doit devenir un projet de diplôme. Le design que je souhaite pratiquer, en tant qu’il doit s’insérer dans un milieu, envisage les fonctions collectives d’une société, sa capacité à faire société. En ce sens, la démonstration du mémoire est bien de montrer que musique et design – comme dispositif et attitude – peuvent s’envisager harmonieusement… et

[88] Encyclopædia Universalis, « MUSIQUE CONCRÈTE », *Encyclopædia Universalis*, consulté le 2 novembre 2023.

la démonstration du diplôme sera – je l’espère – de montrer, à la manière d’un George Nelson qui envisage le design comme une communication sociale, que le design est un lieu d’interface et d’organisation qui ici consistera peut-être à croiser des pratiques et des théories appartenant à des milieux très spécifiques.

Table des figures

Fig.1 Machines à bruits qui peuvent être contrôlées comme des instruments de musique
Luigi Russolo, *Intonarumori*
1914
© Luigi Russolo

Fig.2 Pierre Schaeffer au phonogène à clavier, qui permet de modifier les sons enregistrés sur des films ou des bandes magnétiques
Pierre Schaeffer
1951
© Serge Lido – INA

Fig.3 L'aire de jeux d'Aldo van Eyck dans la rue Van Boetzelaerstraat à Amsterdam
Aldo Van Eyck
1950-1960
© Courtesy of the Amsterdam City Archive

Fig.4 L'aire de jeux d'Aldo van Eyck dans la Buskenblaserstraat à Amsterdam
Aldo Van Eyck
1950-1960
© Courtesy of the Amsterdam City Archive

Fig.5 Premier atelier avec Saint-Sigisbert
Silvia Fontana, *Les icones sonores*
2022
© Silvia Fontana

Fig.6 Shiraz Art Festival : David Tudor (gauche) et John Cage (droite) au festival de 1971
David Tudor et John Cage
John Cage
1971
© Cunningham Dance Foundation archive

Fig.7 Atelier autour de l'Instrumentarium Baschet au jeune public avec la musicienne Karen Nonnenmacher
Orchestre Philarmonique de Strasbourg
2022
© Gregory Massat

Fig.8 Inauguration du projet *Une cloche à l'école* d'Ahun (Creuse)
Simon Geneste, *Une cloche à l'école*
2019
© Simon Geneste (https://simongeneste.com/)

Fig.9 Atelier Sehor dans le cadre du Festival Bon Moment à l'Octroi de Nancy (54)
Silvia Fontana
2023
© Silvia Fontana

Bibliographie
Ouvrages

ADORNO, Theodor. *Minima Moralia. Reflections on a Damaged Life.* Londres : Verso, 1984.

ATTALI, Jacques. *Bruits*. Paris : Fayard, 2001.

HUGO, Victor. *Les Travailleurs de la mer*. Paris : Le Livre de Poche, 2002.

KIHM, Christophe, MAVRIDORAKIS Valérie. *Transmettre l'art : Figures et Méthodes. Quelle Histoire ?.* Dijon : Les presses du réel, 2013.

RUSSOLO, Luigi. *L'art des bruits - Manifeste futuriste 1913*. Paris : Allia, 2016.

SACKS, Oliver. *L'Homme qui prenait sa femme pour un chapeau.* Paris : Points, 1985.

SCHAEFFER, Pierre. *Traité des objets musicaux : essai interdisciplines*. Paris : Seuil, 1977.

SCHAFER, R. Murray. *Le paysage sonore*. Paris : Jean-Claude Lattès, 1979.

Bibliographie
Articles de revue ou chapitre d'ouvrage

ADJIMAN, Rémi. Qualifier et catégoriser les sons d'ambiance pour les indexer dans une sonothèque : axes de réflexion, *HAL open science*, 30 octobre 2017, p. 2.
https://amu.hal.science/hal-01626388
Consulté le 19 janvier 2023.

BORDRON, Jean-François. Comment le son nous informe-t-il ? *Communication & langages* 193, fasc. 3 (2017) p. 49–62.
https://doi.org/10.3917/comla.193.0049.
Consulté le 5 janvier 2023.

CLOTUCHE, Gwendoline. *Vade-mecum* du bruit dans les écoles. Combattre le bruit dans les écoles, pourquoi et comment ? *Bruxelles Environnement*, janvier 2014, p. 6-8.

GAVER, William. The SonicFinder: An Interface that Uses Auditory Icons. *Human-Computer Interaction* 4 (1 mars 1989), p. 67–94. https://doi.org/10.1207/s15327051hci0401_3. Consulté le 3 janvier 2023.

LAMBA, Ms, Arya, RAWAT, Vandana CHAUHAN *et al*. Impact of Teaching Time on Attention and Concentration. *Journal of Nursing and Healthcare Research* 3 (1 aout 2014), p. 1–4.

LORENZI, Christian. La perception auditive : notions fondamentales et applications audiologiques. Chapitre 4. in *La psychologie cognitive*. Paris : Maison des sciences de l'homme, 2019. p.143–64. http://books.openedition.org/editionsmsh/14790. Consulté le 3 janvier 2023.

MURRA, Daniele, Gian Piero GALLERANO et Paolo Di LAZZARO. Suono e rumore: una differenza "spettrale". *Energia, Ambiente e Innovazione*, fasc. 3–2015 (28 juillet 2015), p. 73–78. https://doi.org/10.12910/EAI2015-062. Consulté le 7 octobre 2023.

SANTINI, Enrico. Affrontiamo le situazioni conflittuali in classe, Enrico Santini, « Affrontiamo le situazioni conflittuali in classe », *Corso di formazione docenti neoassunti*, p. 1-8, 2015-2016.

VOLCLER, Juliette. Le monde enchanté du design sonore. Entre création artistique et ingénierie sociale. *Revue du Crieur* 8, fasc. 3 (2017) p. 106–15. https://doi.org/10.3917/crieu.008.0106. Consulté le 28 décembre 2022.

WITHAGEN, Rob, Simone R. CALJOUW. Aldo van Eyck's Playgrounds: Aesthetics, Affordances, and Creativity, *Frontiers in Psychology* 8 (2017), p. 1-9. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.01130. Consulté le 28 décembre 2022.

Sites

S.a. Acousmatique ?, *Musique & Recherches*. http://www.musiques-recherches.be/fr/musiques-recherches/presentation. Consulté le 3 janvier 2023.

S.a. Art sonores, *Traité des Objets Musicaux*, 1967. http://fresques.ina.fr/artsonores/fiche-media/InaGrm00204/traite-des-objets-musicaux.html . Consulté le 3 janvier 2023.

S.a. Association Structures Sonores Baschet. « Baschet Sound Structures ». *Baschet Sound Structures* (blog). http://baschet.org/site/index.php/pedagogie/?lang=fr. Consulté le 19 février 2023.

S.a. Design des milieux | Option Design. https://design.ensad-nancy.net/domaines/design-des-nouveaux-milieux/. Consulté le 15 février 2023.

S.a. Everyeye Auto. Il rumore della portiera della vostra auto è un'astuta bugia. https://auto.everyeye.it/notizie/rumore-portiera-vostra-auto-astuta-bugia-463865.html. Consulté le 5 janvier 2023.

S.a. Fondation Pour l'Audition. « L'hyperacousie ». https://www.fondationpourlaudition.org/lhyperacousie-502. Consulté le 22 octobre 2023.

S.a. Lobe. « Le bruit en salle de classe: un obstacle à la réussite scolaire » *Lobe* [blog]. https://www.lobe.ca/fr/blogue/path_placeholder/bruit-salle-classe. Consulté le 14 février 2023.

S. a. Phonak. « Le orecchie sono la porta d'ingresso del cervello. » https://www.phonak.com/it/it/ipoacusia/ipoacusia-nei-bambini/come-funziona-l'udito-nei-bambini.html. Consulté le 13 juillet 2023.

S. a. Resumes_serge-cardinal_les-quatre-ecoutes.pdf.
https://www.creationsonore.ca/wp-content/uploads/2015/10/resumes_serge-cardinal_les-quatre-ecoutes.pdf.
Consulté le 19 février 2023.

S.a. Strumenti musicali Montessori: cosa sono le campanelle musicali.
https://www.metodomontessori.it/attivita-montessori/attivita-6-12-anni/strumenti-musicali-montessori.
Consulté le 3 janvier 2023.

S.a. Tempo Reale. « DRINNN - come suona la mia scuola? », 7 settembre 2012.
https://temporeale.it/formazione/drinnn/.
Consulté le 11 novembre 2022.

BRUZZANITI, Laura. « Strategie per migliorare attenzione bambini | Novakid Italia ». *Novakid Blog* [blog], 7 dicembre 2022.
https://www.novakid.it/blog/strategie-per-migliorare-attenzione-bambini/.
Consulté le 3 janvier 2023.

CAVA, Alessandro La. Sound Design: Che Cos'è e Come Funziona. *ALC Sound Design* [blog], 11 giugno 2020.
https://alexlacava.com/sound-design-che-cose-e-come-funziona/.
Consulté le 5 janvier.

CORBIER, Marie-Christine, *Les Echos*. « En France, les élèves passent plus de temps à apprendre à lire et à compter qu'ailleurs »., 24 novembre 2015, sez. 2015.
https://www.lesechos.fr/2015/11/en-france-les-eleves-passent-plus-de-temps-a-apprendre-a-lire-et-a-compter-quailleurs-281862.
Consulté le 3 janvier 2023.

DE NAPOLI, Isenarda. « Montessori e musica ». *MeTis. Mondi educativi. Temi, indagini, sugestioni*, fasc. 2 (décembre 2014).
https://doi.org/10.12897/01.00042.
Consulté le 3 janvier 2023.

FAUVEL, Virginie. Bruit à l'école : 70% des enseignants déclarent que leur établissement ne prend pas du tout en compte cet enjeu. *Banque des Territoires* [blog], 24 janvier 2022.
https://www.banquedesterritoires.fr/bruit-lecole-70-des-enseignants-declarent-que-leur-etablissement-ne-prend-pas-du-tout-en-compte-cet.
Consulté le 14 février 2023.

GENESTE, Simon. « Une cloche à l'école — simongeneste.com ».
https://simongeneste.com/Une-cloche-a-l-ecole.
Consulté le 19 février 2023.

LANGLEY, Liz. «Ecolocalizzazione: come funziona il sonar della natura? | National Geographic», 15 février 2021.
https://www.nationalgeographic.it/scienza/2021/02/ecco-come-funziona-lecolocalizzazione-il-sonar-della-natura.
Consulé le 4 février 2023.

ROBERTS, Clarke. Qu'est-ce que le temps de réverbération et comment est-il calculé ?» *Cirrus Research France* [blog], 28 avril 2020.
https://www.cirrusresearch.fr/blog/2020/04/quest-ce-que-le-temps-de-reverberation-et-comment-est-il-calcule/.
Consulté le 23 janvier 2023.

Entretiens

Avec Roland Cahen, le 30 janvier 2023.

Avec Simon Geneste, le 26 avril 2023.

Dictionnaire ou encyclopédie en ligne

Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales.
https://www.cnrtl.fr/.
Consulté le 5 octobre 2023.

Dictionnaire de français Larousse,
https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais-monolingue.
Consulté le 19 janvier 2023 et le 13 juillet 2023.

Enciclopedia Treccani.
https://www.treccani.it/enciclopedia/suono.
Consulté le 5 octobre 2023.

Universalis, Encyclopædia.
https://www.universalis.fr/encyclopedie/musique-concrete/.
Consulté le 2 novembre 2023.

Wikipédia : consulté le 3 janvier 2023.

https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Roland_
Cahen&oldid=180713632. 9 mars 2021.

https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Contr%C3%B4le_
attentionnel&oldid=196746487. 6 septembre 2022.

https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Onda_
sonora&oldid=122721736.

Vidéos

Tempo Reale - DRINNN ! Come suona la mia scuola ? (documentaire), 2017.
https://www.youtube.com/watch?v=yG72lG0gTNs.
Consulté le 11 novembre 2022.

soclassiq. *Atonio Vivaldi - Quattro stagioni - Vidéos (fr)*.
https://soclassiq.com/fr/Pe/fil_d_actualité/Michel_-Charles_Le_
Cène/ID/32559/flows/V/.
Consulté le 31 octobre 2023.

Traité des Objets Musicaux, 1967.
http://fresques.ina.fr/artsonores/fiche-media/InaGrm00204/
traite-des-objets-musicaux.html.
Consulté le 3 janvier 2023.

Merci à toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude :

À Jehanne Dautrey, ma directrice de mémoire, qui m'a accompagné dans ma réflexion philosophique, m'aidant à trouver ma personnalité ;

À Catherine Geel, pour l'aide qu'il m'a apportée dans ma prise de décision ;

L'ensemble du collège professoral de l'ENSAD Nancy ;

Constance Sero-Guillaume, bibliothécaire à la médiathèque du Campus Artem de Nancy, pour m'avoir aidé à rédiger les notes de bas de page et la bibliographie ;

À ma famille et à mes amis pour leur soutien moral et pour avoir toujours cru en moi, en me donnant l'énergie et la force dont j'avais besoin.

Colophon

Même les objets bruyants peuvent créer des sons agréables,
Des objets sonores de Pierre Schaeffer aux dispositifs pédagogiques

Direction : Jehanne Dautrey
Équipe - Option design
Design graphique : Silvia Fontana
Papier : Fedrigoni 90g
Papier de couverture : Claire Fontaine 270g noir
Typographies : Georgia, IBM Plex Sans
Soutenance le 23 janvier 2024

Achevé d'imprimer en novembre 2023 en 7 exemplaires
dans les ateliers de l'Ensad-Nancy
Presse numérique ; sérigraphie
© Silvia Fontana - Ensad-Nancy