

ÉDUIQUER AUX PAYSAGES SONORES URBAINS : VERS UNE APPROCHE IMMERSIVE POUR SENSIBILISER AUX ENJEUX SOCIÉTAUX

Mohamed Amin HAMMAMI*, Christophe CLARAMUNT†

¹ Computer Department, Deanship of Preparatory Year and Supporting Studies, Imam Abdulrahman Bin Faisal University, Dammam, Saudi Arabia

² Naval Academy Research Institute, France.

Résumé

Ce projet propose un dispositif pédagogique de sensibilisation aux enjeux écologiques, sociaux et urbains à travers l'exploration immersive de paysages sonores urbains. S'appuyant sur une méthodologie combinant mesures acoustiques, psychoacoustiques et questionnaires [11], les apprenant.e.s sont plongé.e.s dans un environnement sonore grâce à des enregistrements binauraux et des restitutions 3D; ils analysent les données physiques et perceptives, confrontant mesures objectives et ressentis subjectifs. Des activités de découvertes approfondissent leur compréhension du rôle du son dans l'environnement urbain et favorisent une écoute engagée face aux défis sociétaux. Elles développent des compétences transversales et des qualités d'attention à l'environnement. Ce projet ouvre de nouvelles perspectives pour comprendre les interactions entre son, espace et société.

Mots clefs : Paysage sonore urbain, acoustique environnementale, psychoacoustique, pédagogie immersive

Abstract

This project introduces a pedagogical framework to raise awareness of ecological, social, and urban issues through the immersive exploration of urban soundscapes. Building on a methodology combining acoustic and psychoacoustic measurements with questionnaires [11], learners are immersed in a sound environment through binaural recordings and 3D renderings. They analyze physical and perceptual data, comparing objective measures with subjective feelings. This experimental and sensitive approach awakens engaged listening in the face of societal challenges. It develops transversal skills and qualities of attention to the environment. By revealing the complexity of urban soundscapes, this project opens up new perspectives for understanding the interactions between sound, space and society.

Keywords: Urban soundscape, environmental acoustics, psychoacoustics, immersive pedagogy

1 Introduction

Les sons font partie intégrante de notre expérience sensible des lieux. Ils contribuent à caractériser un environnement, à lui donner une identité, une atmosphère particulière [10].

La notion de paysage sonore désigne l'ensemble des sons tels qu'ils sont perçus par les êtres humains dans un milieu donné [12]. Cette notion a été appliquée dans des domaines très divers, de l'urbanisme à l'acoustique environnementale en passant par l'art sonore [17]. Malgré l'importance croissante accordée aux paysages sonores dans les études urbaines [16,29], les approches pédagogiques visant à sensibiliser le grand public à ces enjeux restent peu développées ; pourtant, éduquer à l'écoute des environnements sonores urbains représente un levier puissant pour former des citoyen.nes.s engagé.e.s, conscient.e.s des multiples dimensions écologiques, sociales et urbaines qui façonnent leur cadre de vie [27]. C'est dans cette perspective que nous proposons un dispositif pédagogique innovant, inspiré de nos précédents travaux [11] sur la caractérisation multi-dimensionnelle des paysages sonores urbains. L'objectif est de transposer cette méthodologie

scientifique, combinant acoustique, psychoacoustique et approches perceptives, dans un cadre éducatif, et de permettre aux apprenant.e.s, élèves et étudiant.e.s, de vivre une expérience immersive et réflexive au cœur d'un environnement sonore urbain, considéré comme un cas d'étude, en articulant mesures quantitatives et évaluations qualitatives. Ce dispositif vise à développer une compréhension fine des interactions entre son, espace et société, ainsi que des compétences d'écoute critique et d'analyse de leur environnement. Après avoir rappelé les principes de notre approche intégrative issue des études de paysages sonores [26], nous détaillerons le déroulé pédagogique envisagé ainsi que les outils numériques mobilisés. Nous discuterons enfin des perspectives ouvertes par ce type de dispositif pour favoriser une éducation à l'environnement ancrée dans l'expérience sensible [21].

2 Une approche intégrative des paysages sonores urbains

Notre démarche pédagogique s'appuie sur une méthodologie (figure 1) développée dans le cadre de recherches précédentes visant à caractériser les paysages sonores urbains dans leurs multiples dimensions : acoustiques, psychoacoustiques et perceptives [11]. Elle combine plusieurs protocoles

* mahammami@iau.edu.sa.

† christophe.claramunt@ecole-navale.fr

complémentaires, issus des études de paysages sonores et des sciences de l'environnement [1] (figure 1) :

- Des mesures acoustiques via des capteurs spécifiques (sonomètres, microphones ambisoniques) permettant de quantifier les niveaux de pression acoustique, le timbre, les variations temporelles des sons, selon les normes ISO 12913[12,13].
- Une analyse psychoacoustique évaluant les sensations auditives comme la force sonore (*loudness*) ou l'acuité (*sharpness*) issus de la perception humaine [9].
- Des questionnaires standardisés soumis à un panel d'auditeurs pour recueillir leur perception subjective de l'environnement sonore, à travers une série d'attributs (ennuyeux, calme, chaotique, mouvementé, monotone, agréable, excitant), sur le modèle du protocole de qualité du paysage sonore [2].
- Des enregistrements visuels à 360° et audio en 3D restituant l'expérience immersive des lieux, grâce aux techniques ambisoniques et à la réalité virtuelle [5].

L'analyse croisée des données physiques et des retours perceptifs a démontré l'intérêt d'une approche mixte, à savoir quantitative et qualitative [7] pour restituer la complexité des paysages sonores urbains [8]. Les mesures quantitatives ne suffisent pas toujours à expliquer les ressentis, qui dépendent du contexte, des usages et de l'identité des lieux.

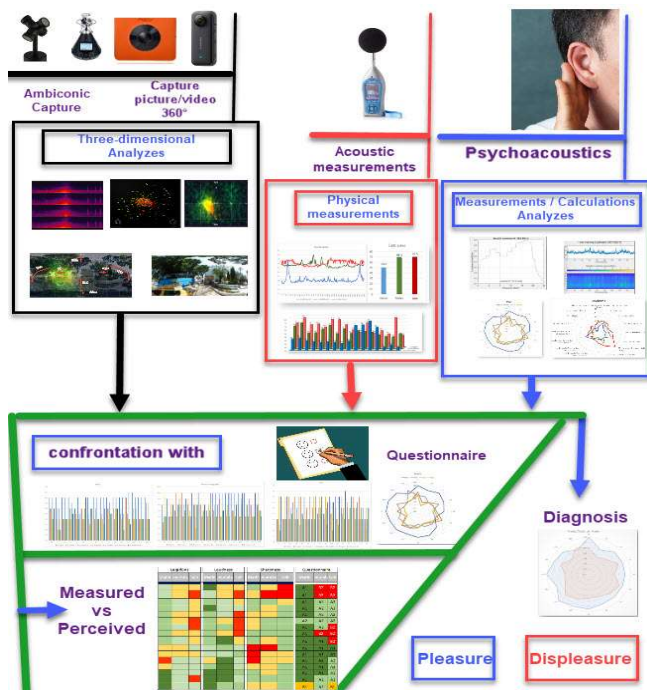


Figure 1: Principes méthodologiques

Réciproquement, les évaluations subjectives enrichissent l'interprétation des données acoustiques. Cette méthodologie articule sciences exactes et sciences humaines et constitue un cadre pédagogique combinant l'immersion sensorielle, la participation active et la réflexivité des apprenants [3].

3 Déroulé pédagogique

3.1 Préparation

En amont, l'enseignant sélectionne différents lieux dans l'environnement urbain de proximité, choisis pour leur intérêt et leur diversité en termes de paysage sonore en s'inspirant des taxonomies existantes [23]. Il prépare le matériel nécessaire à savoir une combinaison d'enregistreurs ambisoniques pour la captation à 360°, des sonomètres pour la mesure des niveaux sonores, des caméras 360° pour les vidéos d'immersion et des tablettes avec un questionnaire numérique pour recueillir la perception des différents usagers des lieux, adapté des modèles standardisés [1]. L'échantillon de participant.e.s à cette étude est composé d'apprenant.e.s, qui peuvent être des collégien.ne.s, des lycéen.ne.s, des étudiant.e.s en architecture, urbanisme, géographie, acoustique, etc., ainsi que de simples usagers des lieux sélectionnés. Les apprenant.e.s sont réparti.e.s en groupes et sensibilisé.e.s aux différentes techniques de mesure à mettre en œuvre, en lien avec les normes en vigueur [13]. Ces groupes effectueront les mesures des lieux et la collecte des questionnaires des usagers. L'enjeu est d'adapter le dispositif à leurs connaissances et compétences, tout en maintenant une approche interdisciplinaire croisant les regards sur le paysage sonore.

3.2 Exploration immersive des paysages sonores

Équipés de capteurs, les groupes explorent différents sites choisis par l'encadreur selon les protocoles établis [11]. Pour chaque site d'intérêt, ils réalisent des enregistrements ambisoniques et des vidéos 360°, mesurent les niveaux sonores et répondent individuellement à des questionnaires sur leur ressenti. Cette étape d'immersion au cœur de l'environnement sonore éveille l'écoute et permet aux apprenant.e.s d'affiner leur perception auditive [21]. Parallèlement, des questionnaires sont soumis aux usagers présents sur les lieux (différents des groupes explorant l'environnement sonore), qu'il s'agisse d'expert.e.s, d'habitué.e.s ou de visiteurs de passage, afin de recueillir leur perception du paysage sonore. Les analyses acoustiques et psychoacoustiques des différents espaces urbains montrent que les caractéristiques du paysage sonore peuvent varier au fil de la journée, avec par exemple une augmentation du bruit et de la présence d'insectes en milieu de journée. La confrontation de l'expérience individuelle des participant.e.s avec ces constats scientifiques les amène à prendre conscience de la diversité des facteurs qui façonnent notre appréhension des paysages sonores urbains. Ils découvrent ainsi comment l'environnement sonore peut être influencé par des rythmes temporels naturels et humains. Bien que ce programme pédagogique n'ait pas encore été testé, il s'appuie sur une recherche solide ayant démontré la pertinence de l'approche immersive et multidimensionnelle pour caractériser les paysages sonores urbains [11].

3.3 Analyse des données recueillies

De retour en classe, les apprenant.e.s exploitent les données acoustiques, psychoacoustiques et perceptives collectées sur le terrain, en mobilisant des techniques d'analyse quantitative

et qualitative [25]. Des outils de visualisation leur permettent de comparer l'évolution spatio-temporelle des différents indicateurs : niveaux sonores, *loudness*, *sharpness*, attributs subjectifs. Des analyses statistiques, telles que des corrélations et des comparaisons de moyennes, sont réalisées pour étudier les liens entre les mesures acoustiques et les évaluations perceptives [14]. Une attention particulière est portée aux critères de plaisir et déplaisir exprimés par les participant.e.s (usagers des lieux). Les apprenant.e.s sont invité.e.s à comparer directement les mesures acoustiques et psychoacoustiques avec les évaluations subjectives. Cette mise en regard des données quantitatives et qualitatives permet de révéler les convergences et les divergences entre le mesuré et le perçu. Elle suscite des questionnements sur les facteurs qui peuvent expliquer ces écarts : contextes, usages, identités des lieux, etc. Pour aller plus loin dans l'interprétation des données, les apprenants découvrent également des outils de visualisation multidimensionnelle du paysage sonore (Vidéo 1). Ces représentations immersives leur permettent d'explorer le paysage sonore sous différents angles, en combinant des informations acoustiques, spatiales et temporelles. Elles favorisent une compréhension globale et intuitive de l'environnement sonore. Les cartes, les graphiques interactifs et les vidéos suscitent des discussions au sein des groupes : comment expliquer les écarts entre les mesures physiques et les ressentis ? Quels facteurs contextuels peuvent influencer la perception d'un paysage sonore [1, 19] Les apprenant.e.s sont invité.e.s à formuler des hypothèses et à les confronter aux données, dans une démarche d'investigation scientifique [24].

Les vidéos 1 et 2 sont des exemples de visualisation multidimensionnelle et tridimensionnelle d'un paysage sonore urbain adapté de Hammami et Claramunt, [11]. Les apprenants utiliseront des outils similaires pour explorer leurs données de manière immersive.



Vidéo 1



Vidéo 2

Figure 1 : QR code pour les vidéos 1 Exemple de visualisation multidimensionnelle (https://bit.ly/manuel_3D) et 2 Exemple de visualisation tridimensionnelle (<https://youtu.be/tlLhga5xo3o>).

3.4 Production d'une « carte postale sonore »

Pour prolonger la réflexion sur leur expérience d'écoute, chaque apprenant.e réalise ensuite une "carte postale sonore" du lieu choisi. Le concept de "carte postale sonore" trouve ses origines au début du XXe siècle, lorsque des fabricants ont eu l'idée de créer des cartes postales comportant une photographie ou un dessin, qu'on pouvait lire comme un disque sur un phonographe [18]. Cette volonté de créer des "images sonores" visait à laisser une trace sonore d'une personne ou d'un lieu visité, au-delà de la simple trace photographique [6]. Pour notre cas et à partir des enregistrements ambisoniques et des photos/vidéos collectées, est composé un court podcast

immersif mêlant son, voix et images pour partager le ressenti sur l'ambiance du lieu. Ce podcast, d'une durée approximative de trois à cinq minutes, est réalisé à l'aide d'un logiciel de montage audio (par exemple, Audacity ou GarageBand) et encadré par l'enseignant.e. Il peut prendre la forme d'une création radiophonique, d'un documentaire sonore ou d'un témoignage personnel, selon les objectifs pédagogiques et les préférences de l'apprenant.e.

Cette étape de création individuelle favorise l'appropriation sensible des notions abordées. En s'appuyant sur différents médias, les apprenant.e.s déploient leur créativité pour traduire leur perception du paysage sonore, dans une perspective d'éco-formation [3].

3.5 Partage et discussion collective

Les cartes postales sonores sont partagées avec l'ensemble de la classe. Chacun découvre l'expérience de ses camarades et la diversité des sensibilités. Un temps d'échange permet de confronter les différents points de vue et point d'ouïe : quelles dimensions du paysage sonore ont été privilégiées (esthétique, fonctionnelle, mémorielle, sociale...) ? Comment ces représentations résonnent-elles avec les enjeux urbains et sociétaux contemporains (écologie, santé, identité, vivre-ensemble...) [15]. Ce moment de mise en commun participe au développement de l'esprit critique et de la capacité d'argumentation des apprenant.e.s [24]. Il offre aussi l'occasion d'ouvrir des perspectives citoyennes : comment agir concrètement pour préserver ou améliorer la qualité des environnements sonores urbains ? [28].

4 Apports d'une pédagogie immersive par le son

Au-delà de la sensibilisation aux paysages sonores, ce dispositif pédagogique permet, aux apprenant.e.s de s'approprier par l'expérience des notions complexes relevant de l'acoustique ou de la psychologie de la perception [10]. L'ancrage dans le vécu favorise une meilleure compréhension et mémorisation des concepts. La démarche d'enquête mobilise des compétences transversales précieuses: rigueur du recueil de données, esprit d'analyse et de synthèse, exploitation d'outils numériques variés. Sur le plan personnel et relationnel, l'approche immersive et réflexive développe des qualités d'écoute, d'attention à l'environnement et aux autres [27]. Cette démarche favorise une compréhension incarnée des enjeux environnementaux et une prise de conscience de la complexité des relations homme-milieu [3]. Le travail en groupe stimule la collaboration et la confrontation des points de vue [24]. Ce projet fait du paysage sonore un fil rouge pour interroger notre rapport sensible au monde [4]. Il révèle le son comme un marqueur des liens entre l'homme et son milieu de vie. En exerçant une oreille critique, les apprenant.e.s ne sont plus seulement des récepteurs passifs mais des acteurs engagés de leur environnement [22]. L'enjeu est donc citoyen. En prenant conscience des interactions entre son, espace et société, ce dispositif s'adresse à un large public, au-delà des seuls élèves. Il pourrait également intéresser les étudiant.e.s en architecture, en urbanisme ou en aménagement, en leur

offrant un angle original pour appréhender les problématiques de conception des espaces urbains. Le dispositif pourrait être adapté pour tous dans le cadre de démarches participatives ou de sensibilisation aux enjeux environnementaux.

5 Conclusion et perspectives

En articulant immersion sensorielle, analyse de données, ce dispositif pédagogique ouvre de nouvelles voies pour une éducation par le son [20]. Il montre comment la recherche sur les paysages sonores urbains peut irriguer des démarches d'apprentissage ancrées dans l'expérience vécue des apprenant.e.s [11]. Ce projet préfigure un renouvellement des approches pédagogiques au service des enjeux de société contemporains [17]. En plaçant l'oreille au cœur de la compréhension du monde, il sensibilise les citoyens en devenir aux multiples manières d'habiter les espaces urbains [28]. En articulant immersion, analyse et création, ce dispositif développe chez les apprenant.e.s des compétences transversales: esprit critique, capacité d'argumentation, créativité. Ce dispositif a vocation à être adapté en fonction des contextes et des publics [13]. Il pourra être décliné selon différents niveaux de complexité, du primaire à l'université, en ajustant les protocoles de mesure et d'analyse, et être enrichi par des collaborations interdisciplinaires. Cette approche reflète une dynamique qui fait de l'éducation au sonore un puissant levier pour penser et construire l'urbanité de demain [27]. Ce type de démarche immersive et participative pourrait être étendue à d'autres acteurs de la ville : habitants, urbanistes, décideurs... [29]. En favorisant le dialogue entre expertise scientifique, vécu sensible et création artistique, elle ouvre de nouvelles pistes pour coconstruire des environnements urbains durables et inclusifs [16]. Il reste à étudier comment ces démarches pourraient s'articuler avec d'autres initiatives visant à reconnaître et valoriser la diversité des paysages sonores urbains, comme la cartographie collaborative ou la patrimonialisation des sons [1]. À l'heure des mutations écologiques et des défis sociétaux majeurs, ce projet dessine ainsi les contours d'une éducation à l'environnement sonore, au service d'une ville plus attentive, plus juste et plus créative [28].

Références

[1] Aletta, F., Kang, J., & Axelsson, Ö. (2016). Soundscape descriptors and a conceptual framework for developing predictive soundscape models. *Landscape and Urban Planning*, (149), 65-74.

[2] Axelsson, Ö., Nilsson, M. E., & Berglund, B. (2012). The Swedish soundscape-quality protocol. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(4), 3476-3476.

[3] Bachelart, D. (2001). Expérience esthétique et écoformation : une approche sensible du paysage. *Éducation relative à l'environnement*, 2, 71-84.

[4] Bassarab, R., Sharp, B., Robinette, B. (2009). *An Updated Catalogue of 628 Social Surveys of Residents' Reaction to Environmental Noise (1943–2008)*. Wyle Laboratories: Arlington, TX, USA.

[5] Davies, W. J., Murphy, J., & Cahill, J. (2014). Spatial soundscape reproduction: Comparing ambisonic and parametric binaural representations. *Proceedings of the Institute of Acoustics*, 36(3).

[6] Delaune, B. (2009). Cartes postales sonores, cinéma pour l'oreille, ambient music. Esthétiques et procédés picturaux dans les musiques contemporaines, pop-rock et 'expérimentales'. *Images Re-vues*, (7).

[7] Dépelteau, F. (2011). *La démarche d'une recherche en sciences humaines. De la question de départ à la communication des résultats*. Québec : Presses Universitaires de Laval De Boeck Université.

[8] Engel, M. S., Fiebig, A., Pfaffenbach, C., & Fels, J. (2021). Response shift in annoyance assessment after the elimination of a road traffic noise source. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 425.

[9] Fastl, H., & Zwicker, E. (2006). Psychoacoustics: facts and models. *Springer Science & Business Media*, 22.

[10] Fiebig, A., Jordan, P., & Moshona, C. C. (2020). Assessments of acoustic environments by emotions—The application of emotion theory in soundscape. *Frontiers in Psychology*, 11, 2261.

[11] Hammami, M. A., & Claramunt, C. (2021). A quantitative and qualitative experimental framework for the evaluation of urban soundscapes. *Applied Acoustics*, 180, 108138.

[12] ISO 12913-1 (2014). *Acoustics — Soundscape — Part 1: Definition and conceptual framework*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

[13] ISO 12913-2 (2018). *Acoustics-Soundscape-Part21: Data collection and reporting requirements Data Analysis*. ISO Technical Specification: Geneva Switzerland.

[14] Jeon, J. Y., Hong, J. Y., & Lee, P. J. (2013). Soundwalk approach to identify urban soundscapes individually. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(1), 803-812.

[15] Kang, J. & Zhang, M. (2010). Semantic differential analysis of the soundscape in urban open public spaces. *Build Environ*, 45, 150–157.

[16] Kang, J., Aletta, F., Oberman, T., Erfanian, M., Kachlicka, M., Lionello, M., & Mitchell, A. (2019). Towards soundscape indices. Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics: integrating 4th EAA Euroregio 2019: 9-13 September 2019 in Aachen, Germany / Proceedings edited by Martin Ochmann and Michael Vorländer. Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.

[17] Kang, J., Mitchell, A., Fiebig, A., Aletta, F., Oberman, T., Xiao, J., ... & Schulte-Fortkamp, B. (2023). Soundscape Research: State-of-the-Art and Future Directions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 742.

[18] Lesueur, D. (2011). *Histoire du disque et de l'enregistrement sonore*. Paris: Carnot.

[19] Mitchell, A.; Oberman, T.; Aletta, F.; Erfanian, M.; Kachlicka, M.; Lionello, M. & Kang, J. (2020) The Soundscape Indices (SSID) protocol: A method for urban soundscape surveys—Questionnaires with acoustical and contextual information. *Appl. Sci*, 10, 2397.

[20] Morel, M. (2018). Quand la création habite l'environnement : Le Toutou de La Vérendrye. *Éducation relative à l'environnement, regards, recherches, réflexions*, 14(1), 163-173.

[21] Paquette, M., & Paquette, E. (2014). Des communautés apprenantes au service des milieux de vie. *Éducation relative à l'environnement : Regards-Recherches-Réflexions*, 11.

[22] Payne, S-R. (2013). The production of a perceived restorativeness soundscape scale. *Appl Acoust*, 74, 255–263.

[23] Pijanowski, B. C., Villanueva-Rivera, L. J., Dumyahn, S. L., Farina, A., Krause, B. L., Napoletano, B. M., ... & Pieretti, N. (2011). Soundscape ecology: the science of sound in the landscape. *BioScience*, 61(3), 203-216.

- [24] Pruneau, D., Vautour, C., Prévost, N., Comeau, N. & Langis, J. (2009). Construire des compétences d'adaptation aux changements climatiques, grâce à l'éducation relative à l'environnement. *Éducation et francophonie*, 37(2). 132–151.
- [25] Schulte-Fortkamp, B. (2010). The daily rhythm of the soundscape "Nauener Platz" in Berlin. *Journal of the Acoustical Society of America*, 127(3). 1774-1774.
- [26] Schulte-Fortkamp, B., & Jordan, P. (2016). When soundscape meets architecture. *Noise Mapping*, 3(1). 216-231.
- [27] Steele, D., Kerrigan, C., & Guastavino, C. (2021). Sounds in the city: Bridging the gaps from research to practice through soundscape workshops. *Journal of Urban Design*, 26(4). 455-477.
- [28] Thompson, M. (2017). *Beyond Unwanted Sound: Noise, Affect and Aesthetic Moralism*. Bloomsbury Publishing USA.
- [29] Vogiatzis, K. (2012). Community engagement in planning urban soundscapes: the case of Corfu Town, Greece. *Journal of the Acoustical Society of America*, 131(4). 3468-3468.