

17-18 mars 2005

PUCA

# **CONSTRUIRE AVEC LES SONS**

Les actes du colloque

# SOMMAIRE

<b>François Delarue, Directeur général de la DGUHC</b>	<b>4</b>
<b>Christiane Flageollet-Saadna, Chargée de mission au PUCA</b>	<b>6</b>
<b>Bernard Delage, Architecte, acousticien, designer sonore</b>	<b>9</b>
<b>Atelier 1 : Les espaces sonores, expérimentation et simulations</b>	
Jean-Yves Toussaint, modérateur	13
<b>À l'écoute de l'hôpital</b>	
Anne Reychman, Architecte, BCDE architecture	13
<b>Prototypes sonores architecturaux</b>	
Grégoire Chelkoff, Architecte, école d'architecture de Grenoble, CRESSON	24
Point de vue des experts étrangers	29
<b>Soundscape and acoustic comfort</b>	
Jian Kang, Directeur de recherche, université de Sheffield, Royaume-Uni	32
Débat	38
<b>Atelier 2 : Son et usage</b>	
Jean-Yves Toussaint	45
<b>La qualité sonore des espaces recevant les tout-petits</b>	
Catherine Semidor, Responsable scientifique du GRECO,	45
<b>La qualité des ambiances sonores liées aux usages des établissements d'enseignement</b>	
Catherine Lavandier, Maître de conférence, université de Cergy-Pontoise	52
Point de vue des experts étrangers	60
<b>Towards a multidisciplinary understanding and handling of the human sound environment</b>	
Henrik Karlsson, musicologue, université de Lund, Suède	63
<b>Immersive soundscapes aesthetic and social explorations</b>	
Pauline Minevich, Chef du département de musique, université de Regina, Canada	66
Débat	68
<b>Atelier 3 : Les espaces sonores urbains, espace public et espace de transition</b>	
<b>Des ambiances sonores de la ville à la pratique du projet architectural, reconnaissance sonore en situation d'immersion</b>	
Philippe Woloszyn, CERMA UMR CNRS 1563	75
Jean-Yves Toussaint	75
Catherine Lavandier	76
<b>Le parking Saint-Georges à Lyon, expérimentation d'aménagement sonore</b>	
Didier Blanchard, Designer sonore, Synesthésie acoustique	76
Point de vue des experts étrangers	82

Débat	84
<b><i>Frequencies : Istanbul's multiple forms of sounds</i></b>	
Volkan Aytar, sociologue en urbanisme, fondation des études économiques et sociales, Istanbul, Turquie	87
<b>De l'usage à l'action publique : comment construire demain avec les sons ?</b>	
Pascal Lemonnier, Plan urbanisme construction architecture	88
Éric Lengereau, Ministère de la culture et de la communication	90
Emmanuel Bert, Ministère de l'écologie et du développement durable	91
François Péglerin, Union nationale des syndicats d'architectes	92
Claire Beaussart, Association d'usagers « SOS bruit »	93
<b>Synthèse</b>	97
<b>Conclusion</b>	99

**FRANÇOIS DELARUE,  
Directeur général de l'urbanisme,  
de l'habitat et de la construction**

Bonjour à tous, je suis heureux de vous accueillir pour ces deux jours de colloque organisé par le Plan Urbanisme Construction Architecture et consacré aux enseignements du programme de recherche et d'expérimentation « Construire avec les sons ». La question du bruit préoccupe les pouvoirs publics depuis longtemps : la question est prise, traditionnellement, sous l'angle du bruit comme nuisance. Si l'on interroge les personnes par voie de sondage ou d'enquête, c'est sans doute, parmi les nuisances de type environnemental, celle qui ressort le plus : le bruit, qu'il s'agisse des bruits de voisinage, des bruits routiers, des infrastructures, des avions, etc., est la première nuisance dénoncée par les Français. Par ailleurs – je ne vous l'apprends pas ici – le bruit, au-delà de la nuisance exprimée, est un problème d'objectif, avec des phénomènes bien démontrés aujourd'hui de stress, de surdité, d'atteintes à la santé.

Cette question du bruit comme nuisance est traitée par les pouvoirs publics : une directive européenne est en cours de transposition, un certain nombre de réglementations s'appliquent depuis de nombreuses années, avec trois axes traditionnels : le traitement du bruit à la source, l'interdiction de dépasser tel niveau de bruit faite aux avions, aux véhicules, etc. Il y a ensuite le traitement du bruit dans la construction, avec toute la réglementation phonique, les obligations d'isolation établies depuis un certain temps, qui ont donné lieu à des développements, notamment industriels, de produits isolants ; et il y a enfin le traitement du bruit sous un angle plus urbain : l'aspect le plus connu – mais ce n'est pas le seul – est le traitement du bruit auprès des aéroports, qui se traduit par des zones d'inconstructibilité, c'est-à-dire des servitudes difficiles à respecter et qui s'imposent difficilement. Ce sont souvent les mêmes qui un jour manifestent contre le bruit des aéroports et le lendemain protestent contre les interdictions de construire. C'est une mesure importante, mais il y a aussi ce qui est fait en matière de cartographie du bruit, notamment des infrastructures routières et ferroviaires, et que l'on retrouve dans les plans d'urbanisme, qui eux-mêmes peuvent imposer un certain nombre de prescriptions sur les constructions.

Ce domaine du bruit est un domaine classique, important, un enjeu de société majeur, connu et identifié. Mais ce n'est pas le thème de ce colloque, de l'approche choisie par l'appel à recherches du PUCA qui ne se centre pas sur le bruit comme source de nuisance,

mais sur le bruit en tant qu'élément de composition de l'espace architectural : celui des bâtiments, de l'espace public, urbain, celui des jardins, des parkings...

Ne pas aborder le bruit comme un niveau d'intensité sonore à mesurer en décibels, ce qui est l'approche en termes de nuisances, c'est reconnaître d'emblée que le bruit est un phénomène complexe, dont la perception par les individus est variable selon la culture, l'âge, le moment de la journée. Tout ceci est bien connu ; on sait qu'un concert de rock est subi comme nuisance extrême par certains, et au contraire comme plaisir très grand par d'autres. Cette dimension culturelle du bruit est un élément extrêmement important ; il s'agit d'une dimension qui ne peut se résumer à une simple mesure de décibels. L'objet même de l'appel à propositions, et de ce qui sera exposé pendant le colloque, c'est bien d'envisager le confort de l'utilisateur vécu comme une appréciation qualitative du bruit, c'est-à-dire une préoccupation rarement prise en compte, sauf lorsqu'il existe des équipements spécifiques. Pour une salle de concert, on se pose ces questions, pour des salles de réunion on pense à la qualité acoustique. Mais réfléchir plus longuement au confort de l'utilisateur dans l'habitat ou dans les lieux publics non dédiés à des activités de type sonore, ou encore dans l'espace public, c'est là une voie extrêmement importante, sachant que finalement dans l'acte de création architecturale, l'acte urbain de composition de l'espace public, l'approche habituelle est basée sur le visuel, sur l'usage au sens de "comment je vis dans un espace, comment je perçois cet espace ou ce bâtiment". Le sens de l'ouïe est rarement pris en considération. Or, il est évident que l'espace sonore est une dimension importante de la manière d'appréhender un espace.

C'est bien cette question qui se pose, et c'est l'un des objets des présentations qui vont être faites au cours de ce colloque. Cette question concerne tous ceux qui s'intéressent à la construction de bâtiments ou à la réalisation d'espaces, collectivités locales, maîtres d'ouvrage, concepteurs, architectes, acousticiens. Ces deux journées sont aussi le moment d'échanger entre des professions qui ne parleraient peut-être pas spontanément de la question.

Nous avons voulu donner à cette rencontre une dimension européenne en invitant des experts et spécialistes de pays voisins et moins voisins, à venir exposer leurs expériences et pratiques sur cette relation entre usagers et espace sonore.

Je vais maintenant laisser la parole à Christiane Flageollet-Saadna, qui a piloté au PUCA ce programme de recherche.

**Christiane Flageollet-Saadna,  
Chargée de mission au PUCA**

Pour débiter, je vais tout d'abord rappeler la problématique. L'expression "environnement sonore" recouvre en effet des données variées : l'analyse des vibrations du son, la transmission en milieu aérien, les effets sensoriels internes, la construction de schémas mentaux, l'identification des bruits quotidiens, extérieurs ou intérieurs, et la création musicale ; la détection des nuisances sonores, la méthode de calcul d'exposition au bruit, la gestion de l'environnement sonore urbain, le confort acoustique dans l'habitat... Voilà qui fait beaucoup de choses, dans des domaines très vastes. Au sein du PUCA, depuis près de sept ans, l'Atelier de sociologie aborde l'environnement sonore sous l'angle de l'usage des habitants et de leurs représentations de la gêne due au bruit. C'est donc une entrée très particulière. Car, au-delà de leurs définitions techniques, les bruits et les sons engendrent un paysage sonore qui se réfère à la vie quotidienne, à l'oralité, à la fête, mais aussi au conflit, aux nuisances, à l'intimité. La perception du bruit et la gêne ressentie dépendent de l'état des personnes, de leur histoire sociale et culturelle. Autant de critères qui diffèrent selon les régions et les pays.

Quels que soient les progrès techniques et réglementaires pour remédier aux ambiances sonores – et ils existent – les solutions proposées n'apportent que des réponses partielles et n'assurent pas toujours la qualité architecturale, tant est complexe la perception sonore. J'en donnerai un exemple : à Paris, les écrans routiers protègent bien, en effet, du bruit des autoroutes et axes routiers, mais ils ne facilitent pas la création architecturale et urbaine. De même, dans les immeubles, l'isolation par le double vitrage acoustique isole contre les bruits extérieurs mais, *a contrario*, fait ressortir les bruits internes, donc renforce les conflits de voisinage. On voit bien, dans la vie quotidienne, que le problème n'est pas facile à résoudre.

Nous avons pensé que pour se protéger des nuisances sonores, même si les règlements et les techniques sont nécessaires, une autre approche était possible, qui considérerait les sons sous un angle positif, comme élément de création spatiale, architecturale et musicale. Dans cette perspective, l'analyse de la perception des bruits par les habitants, les représentations mentales du son, sont considérées comme des leviers d'innovation technique, architecturale et acoustique.

C'est dans cette perspective que nous nous plaçons, l'un des points importants étant le développement d'une culture commune des professionnels sur les moyens d'intervention, l'usage et la prise en compte des usages. Dans ce cadre, l'Atelier de sociologie a mené des

travaux avec la DGUHC et l'ANAH, qui portaient sur l'intervention dans l'habitat existant, sur la perception des bruits par les habitants, sur l'habitat social. Ces travaux d'essai d'élaboration de méthodes de détection du bruit ont mis en lumière la nécessité d'approfondir et d'ouvrir les champs de la réflexion. C'est à partir de là que nous avons engagé en 2000 la consultation de recherche « Construire avec les sons ».

En quelques mots, je rappelle l'objet de cette consultation : elle posait comme hypothèse que le son, au même titre que la lumière, est une composante majeure des espaces. L'objectif de la consultation était méthodologique et opérationnel. Il s'agissait d'inventer et d'expérimenter de nouveaux moyens pour maîtriser les sons, afin d'obtenir une plus grande qualité sonore dans les espaces architecturaux, les lieux publics et les espaces urbains, et donc un plus grand confort sonore pour les habitants.

Les réponses attendues étaient de deux ordres : observation et expérimentation méthodologique, et réalisations expérimentales. Je n'irai pas plus loin, puisque les dix projets de recherche retenus par le jury vont être présentés, et servir de support aux ateliers. Les chercheurs présenteront eux-mêmes leurs recherches.

Pourquoi la dimension européenne de ce colloque ? Parce que la mise en place d'une directive européenne visant à poser les bases communes de lutte contre le bruit des infrastructures communautaires de transport terrestre, des aéroports et des industries est en cours d'application en France. Dans ce cadre, les collectivités locales sont chargées d'élaborer les zones de bruit et les zones de silence, ainsi que la concertation avec les populations. Tout cela est loin d'être évident, la question des critères sur lesquels s'appuyer pour déterminer zones calmes et zones bruyantes se pose, même s'il existe des critères techniques. Dès lors qu'on entre dans la limite entre le bruit et le calme, on entre dans toute la complexité de la perception sonore. Comment prendre en compte ce qui relève de la culture, de la socialité, de la sensibilité des personnes ? Comment se pose le problème chez nos voisins européens, comment y répondent-ils ? Certains pays travaillent depuis de nombreuses années sur la gêne provoquée par le bruit et sur l'environnement sonore. Nous avons jugé instructif de regarder comment ils traitaient la question. Comment aborder le lien entre environnement sonore et usages, quelles solutions autres que réglementaires et techniques sont apparues ? Nous avons donc demandé à quatre chercheurs internationaux de venir présenter leurs travaux : le professeur Jian Kang, directeur de recherche à l'Université de Sheffield au Royaume-Uni, Henrik Karlsson, musicologue à l'Université de Lund en Suède, Pauline Minevich, chef du département de musique de l'Université de Regina au Canada, et Volkan Aytar, sociologue en urbanisme à la Fondation des études économiques et sociales d'Istanbul en Turquie. Je vous rappelle les objectifs principaux du colloque : l'élaboration des outils nécessaires pour assurer la qualité des ambiances

sonores, cette réflexion portant sur les méthodes de diagnostic et les recherches de solutions concrètes ; le développement d'une culture commune entre professionnels quant à la prise en compte des usages ; l'interrogation sur les méthodes de conception et de réalisation dans le domaine architectural et urbain, et dans l'habitat.

Dans le cadre de la mise en place de la directive européenne, cette réflexion pourra s'étendre aux configurations organisationnelles à partir desquelles le problème du bruit peut être, concrètement, traité : les institutions, les municipalités, les préfectures, les associations d'usagers...

Le colloque est organisé autour de trois ateliers en séance plénière, au cours desquels sont présentées les recherches et les réalisations expérimentales.

Ces deux journées seront animées par Jean-Yves Toussaint, sociologue en aménagement et urbanisme, professeur à l'Institut national des sciences appliquées de Lyon. Quelques mots pour vous expliquer la participation à ce colloque de la société Lafarge, représentée par M. Alain Biraud : la société Lafarge a coopéré à la recherche « A l'écoute de l'hôpital » dans le cadre du programme « Construire avec les sons »..

Je vous souhaite deux bonnes journées.

**Bernard Delage,  
architecte, acousticien, designer sonore**

Le titre général du colloque est « Construire avec les sons ». Ce qui m'intéresse, c'est le « avec ». Parce que l'on peut « faire avec », comme dans la vie on fait avec les circonstances, faute de pouvoir faire sans. Par exemple, on peut construire « avec » les risques naturels, qu'il s'agisse de séismes ou d'avalanches : on a les moyens de construire, de construire « contre », finalement. Aujourd'hui on sait faire des prouesses techniques, et parfois, on construit « avec », ce qui signifie « contre », tout en n'ayant pas l'air de la faire. Le bâtiment antisismique peut avoir l'air de n'importe quel bâtiment. C'est là une attitude défensive, souple, qui n'est pas vraiment le propos de « Construire avec les sons », sauf effectivement quand on ne peut faire autrement que de « faire avec », dans les situations que l'on connaît et que l'on n'abordera pas ici, situations d'exposition bruyante auxquelles il faut répondre.

L'autre manière de « faire avec », c'est de considérer que les sons peuvent être un apport. On construit par exemple « avec » le soleil, le vent, pour en tirer une énergie, ou un plaisir, ou pour s'en protéger. Avec le soleil, on arrive parfois à faire comme si de rien n'était ; ou au contraire, on réalise une construction qui a quelque chose de particulier : « elle est bizarre, cette construction ! » — « Ah oui, on l'a faite avec le soleil ». Imaginons qu'il se passe quelque chose de semblable avec les sons : quelle construction aurions-nous, dans le sens assez classique de : « je construis un bâtiment, un objet, quelque chose » ? Ce serait intéressant, et je crois que nous aurons des éléments de réponse au cours de ces deux journées. On pourrait appeler cela « le son participatif ».

On a aussi, pour être au plus près du colloque, à faire « pour » les sons – construire des architectures particulièrement bienveillantes aux sons, sachant les accueillir, les embellir : ce serait de petits temples au sonore. Bien sûr, on sait faire des salles de concert qui sont nos temples au son, mais il s'agit de temples pour la musique, une catégorie particulière du son. On pourrait imaginer construire des observatoires, par exemple dans des endroits où les paysages sonores urbains ou ruraux sont particulièrement intéressants, qui nous permettraient de les capter, qui nous en faciliteraient la compréhension, qui en développeraient l'esthétique, qui nous permettraient d'avoir accès à beaucoup de choses que nous ne voyons pas, que nous n'entendons pas dans la vie quotidienne. On passe souvent à côté de beaucoup de choses : c'est dommage. Il ne s'agit pas forcément de grandes symphonies naturelles, mais peut-être de petits bonheurs de la vie que l'on pourrait mieux apprécier.

On avait, par exemple, avec Michel Redolfi, compositeur contemporain français imaginé le projet d'une cité du son, dans le centre de la France. Cette cité visiblement ne verra pas le jour dans les délais espérés, mais peut-être un jour des projets comme celui-là ressurgiront, pour faire apprécier les sons, pour les faire comprendre, pour en faire surgir toutes les capacités. On a intérêt à faire apprécier les sons le plus possible, pour que chacun comprenne le bonheur que l'on peut avoir avec les oreilles.

Dans le « construire avec », on peut aussi se dire qu'on oublie, parfois, de construire avec les sons cachés. On utilise les matériaux de construction pour un certain nombre de leurs qualités, jamais pour leur sonorité. J'ai une manie bizarre, qui est de taper sur les rampes d'escalier : elles sonnent souvent comme des cloches, c'est un plaisir. De marcher sur des sols qui ont une certaine réaction, c'est un petit « plus » de ma réalité d'exister. D'avoir autour de moi une interactivité très simple, très faible, rien d'extraordinaire, avec mon environnement proche, c'est une existence sans doute un peu plus forte : c'est une chose que peuvent nous donner les sonorités cachées.

On en vient à l'objet plus dense de la question « construire avec » : comme je construis avec de la terre, du parpaing, du bois, de la brique, du verre, on pourrait se dire : « tiens, je vais construire avec du son ». La question est alors : qu'est-ce que ce son ? Le son, d'abord, c'est immense. Ce n'est pas n'importe quoi, c'est tout ce que l'on peut capter, c'est-à-dire une partie des sons qui existent. Notre ouïe ne peut capter au-delà de certaines limites fréquentielles.

A mon sens, le son peut être entendu comme un épanouissement de l'espace. Non seulement de l'espace, mais aussi des gens. Le son comme mise en relation, qui donne la possibilité de vivre ensemble différemment, le son comme une possibilité d'organiser l'espace sans le découper – ce que, malheureusement, l'architecture classique, construite, nous oblige souvent à faire, faute de mieux ; le son pour construire plusieurs choses à la fois, pour apparaître et disparaître. Ce qu'on ne sait pas faire avec l'architecture. On ne sait pas l'effacer quand elle n'est plus à sa place, sauf à la faire exploser dans un vacarme assourdissant. Le son, c'est une matière avec laquelle on peut faire la plus simple des choses, c'est-à-dire un abri, tout simplement par l'effet de masquage. On peut, par l'effet de masquage, utiliser un son pour se protéger d'un autre son, de celui que l'on ne souhaite pas. Le son pour organiser les territoires : les animaux, les hommes, savent bien marquer leurs territoires avec des sons, et les organiser. L'intérêt du sonore, c'est qu'il permet la coexistence des territoires en un même lieu ; plusieurs territoires coexistent, ce que l'on ne sait toujours pas faire avec des matières moins souples, plus présentes.

Le son aussi, souvent, comme référence : chacun de nous, dans son histoire, a capté de multiples petites situations, que ce soit le slow de ses premières amours ou la pendule des

grands-parents, ou l'escalier qui grinçait, ou la 2 CV avec laquelle on partait en week-end à la mer. On ressort ce son, et ce qu'on active, c'est la situation, l'espace, les gens, présents la première fois que ce son est entré dans notre mémoire. Le sonore a une formidable capacité de réactivation, on pourrait certainement l'utiliser plus.

Là aussi, on voit dans certains travaux d'architectes particulièrement attentifs les possibilités de marquer des limites spatiales. Murray Schaeffer nous a appris que la cloche marque la limite de la paroisse – c'est une manière simple de marquer les limites d'un espace commun à l'ensemble des paroissiens. On voit des gens plus portés sur la technologie, soit de la construction, soit de l'électroacoustique, créer des espaces de sons définis par des trajectoires, des densités d'événements sonores au mètre cube... Je pense aux travaux de Bernard Leitner à New York, notre grand prédécesseur.. Quand on voit ce qui se passe à l'IRCAM, on s'aperçoit qu'il existe des moyens de faire apparaître des formes sonores, non pour prendre la place de l'espace, mais pour nous en offrir un où vivre et nous insérer. Bien sûr, cela ne nous protège ni de la pluie ni du froid – ces fonctions sont assumées par ailleurs – mais nous permet de nous installer dans un lieu. Le son va créer un lieu.

Un autre aspect du son, c'est sa capacité à agglomérer d'autres matériaux. Le son est un peu un ciment. Par exemple, dans le travail de design sonore ou de paysage sonore, le son va mettre ensemble d'autres éléments et les rassembler de telle sorte qu'on ait quelque chose que l'on va comprendre, quelque chose par quoi vivre plus facilement que dans un univers en morceaux dont on ne comprend pas l'organisation. Quand on fait un objet, que dans cet objet on place un son, d'un seul coup le son va faire sens avec la couleur de l'objet, sa forme, son ergonomie, le feed-back qu'il nous envoie quand on l'utilise : on a un objet sonore, et la colle, l'agglomérat, c'est peut-être le sonore. Le sonore peut être utilisé comme des balises dans l'espace. On sait qu'aujourd'hui des recherches essaient de nous aider à nous orienter, par exemple dans des situations où l'on n'y voit plus rien parce que l'immeuble est en feu, qu'il y a de la fumée partout : des balises sonores peuvent nous orienter vers la sortie. Ce sera là un développement très pratique du son, dont on tirera peut-être ensuite des développements plus ludiques dans la vie quotidienne, histoire de désencombrer le paysage visuel. Les signes visuels sont surabondants et nous envahissent un peu : il suffit de regarder certains carrefours pour être ébahi par le nombre de signes visuels qui tentent de nous aider à circuler dans la ville le plus agréablement possible. Le son, c'est ce qui permet le partage, et non le découpage, des espaces de la ville. Je voudrais enfin arriver à quelque chose de très important. Qui m'est, à moi, très important : le son met en relation. Tout le monde le sait, nous sommes des êtres communicants, et la toute première communication avec quelqu'un, à distance, à travers les murs – avec, aujourd'hui, le téléphone, une espèce d'invasion qui va, je suppose, se calmer – c'est le son,

qu'il soit parole, expression normée, phrasée, réservée à un groupe de langues, ou qu'il soit acte sonore. Ce son qui nous met en relation, c'est quelque chose que l'on doit absolument conserver, et même que l'on doit planter, semer. On doit semer des sons qui soient légitimes là où ils sont, pour nous mettre en relation. Il faut savoir que les choses qui nous sont utiles à tous produisent du son, et que ce son est un élément de notre vie.

## ATELIER 1

### Les espaces sonores, expérimentation et simulations

#### Jean-Yves Toussaint, modérateur

Bonjour à tous. La tâche de modérateur me revenant, je vais donner la parole à plusieurs personnes, avec aujourd'hui deux interventions. Tout d'abord Anne Reychman, architecte, qui fait partie du bureau d'études BCDE Architecture, va nous parler d'un travail fait autour de l'hôpital, « À l'écoute de l'hôpital ». Ensuite, Grégoire Chelkoff, architecte, docteur en urbanisme, qui travaille à l'école d'architecture de Grenoble et au laboratoire CRESSON, va nous présenter une recherche portant sur les prototypes sonores architecturaux.

Ces deux recherches vont être commentées par des collègues qui ont lu les travaux : Pauline Minevich, chef du département de musique de l'université de Regina, Henrik Karlsson, musicologue à l'université de Lund, Jian Kang, directeur de recherche à l'université de Sheffield, et Volkan Aytar, sociologue en urbanisme à la Fondation des études économiques et sociales d'Istanbul. Puis nous aurons l'intervention de Jian Kang et enfin un débat général à partir de toutes ces présentations et commentaires.

#### À l'écoute de l'hôpital

##### Anne Reychman, Architecte, BCDE architecture



C'est un drôle de silence que celui de l'hôpital...

Je ne m'étendrai pas sur la présentation de l'APHP, Monsieur Dumas, présent ici, pourra vous en parler et vous présenter l'intérêt suscité par le projet.

Ce projet se propose d'optimiser la qualité sonore de l'espace hospitalier afin d'améliorer la qualité de vie et les conditions d'hébergement des patients. Optimiser la qualité sonore des espaces, c'est prendre connaissance des ambiances vécues,

explorer les pistes de leur maîtrise, et proposer un environnement sonore adapté par la mise en œuvre de dispositifs conçus par une équipe pluridisciplinaire, sous visa du maître

d'ouvrage. Cette équipe réunit les mandataires de l'équipe<sup>1</sup>, le centre hospitalier Émile Roux à Limeil-Brévannes<sup>2</sup>, les concepteurs – architectes et scénographe<sup>3</sup>, un acousticien<sup>4</sup>, un industriel<sup>5</sup> et des sociologues<sup>6</sup>.

En ce qui concerne la méthodologie, je voudrais mettre en avant le processus que nous avons développé depuis les enquêtes jusqu'à la conception architecturale et la réalisation du site. L'expérimentation n'est pas encore aboutie : nous en sommes au stade de la programmation.

Pour expliquer comment nous sommes passés de l'enquête sociologique aux prescriptions et aux dispositifs architecturaux, je voudrais m'appuyer sur quelques exemples montrant la cohérence globale du projet.

Le choix des partenaires a été guidé par une volonté de complémentarité des compétences, pour maîtriser l'ensemble de la démarche. L'enquête sociologique menée pour qualifier les ambiances sonores et dégager les enseignements susceptibles de guider la conception, s'est déroulée sur trois terrains : l'hôpital Bretonneau, hôpital gériatrique à structure horizontale, les unités de soins de longue durée et de soins de suite de l'hôpital Bichat, en pavillonnaire, et l'unité de gériatrie aiguë de Bichat, au quatorzième étage de la tour de l'hôpital. Deux méthodes complémentaires ont été appliquées, sous forme de parcours commenté et d'entretiens sur écoute réactivée.

Nous avons établi un programme sonore détaillé. Traditionnellement, le concepteur travaille sur la fonction, matérialise le programme fonctionnel, conformément aux normes et aux règles. Les critères environnementaux sont pris en compte : plus précisément, dans les programmes hospitaliers, ils commencent à être pris en compte. La conception architecturale sensorielle consiste, en fait, à intégrer le confort en priorité comme enjeu majeur. C'est là que nous nous sommes fait un « pense-bête à son » :

- avec ou sans intention, l'architecture se construit avec les sons. Toute architecture est un son en attente ;

---

<sup>1</sup> Assistance Publique / Hôpitaux de Paris, Alain DUMAS - Direction du Patrimoine et de la Logistique, Sophie GICQUEL - ingénieur programmiste

<sup>2</sup> Pierre-Frédéric SALMON, directeur

<sup>3</sup> Architectes : BCDE architecture, Anne REYCHMAN, Architecte D.P.L.G, Laurent DEBRIX, Architecte D.P.L.G – Scénographe : Atelier de Scénographies, Rossen IVANOV, scénographe

<sup>4</sup> Scetauroute : Jean Marc ABRAMOWITCH, Acousticien

<sup>5</sup> Lafarge Plâtres : Francis BENICHOU, Directeur de l'Assistance Technique et Alain BIRAULT, Directeur Développement Marchés Lafarge

<sup>6</sup> CRESSON - Centre de recherche sur l'espace sonore et l'environnement urbain : Martine LEROUX, sociologue, Jean-Luc BARDYN, sociologue - concepteur son - École d'Architecture de Grenoble - "Ambiances architecturales et urbaines"

- les sons apportent des informations particulières sur l'espace, impliquant tous les registres de la sensorialité ;
- utiliser les sons comme des matériaux de construction ;
- les sons mettent la forme en mouvement ;
- la forme sonore est instable, générée par des actions et des transformations. C'est une forme conjuguée d'espace-temps.
- l'architecture sonore est une architecture qui exprime le temps ;
- le système sonore mis en œuvre par l'architecture doit avoir un sens ;
- les bruits révèlent la nature des relations sociales et leurs tensions.
- l'architecture sonore doit intégrer les mouvements de la vie.
- élaborer "un projet de vie sonore" ;
- le son et le plaisir.

On s'efforce, dès la conception, de toujours réfléchir par rapport au son, de penser à la forme et au mouvement en relation avec le son. Le programme sonore détaillé affirme que concevoir une architecture sonore, "c'est penser son", au même titre que l'on peut penser fonctionnel ou environnemental... Ce programme prend en compte les ambiances sonores rencontrées, leur perception et leur appréciation, la production et la gestion sonores, la sociabilité, le rapport à l'environnement, en intégrant les usages et les qualités recherchées face aux enjeux sonores.

Les transcriptions architecturales et l'interprétation se sont déroulées en deux phases :

- nous avons transcrit en architecture les éléments de l'enquête sur un trajet sonore composé d'une suite de séquences liées au parcours depuis la ville jusqu'à la chambre, en faisant usage de notre expérience professionnelle et en essayant d'oublier nos idées préconçues ;

- l'acousticien, avec l'équipe au complet, a transposé techniquement les interprétations et transcriptions architecturales de la première phase. Il a procédé à un diagnostic acoustique du site afin d'analyser le contexte sonore.

Au long de ces phases, l'industriel a vérifié la validité des dispositifs, surtout en fonction des solutions de produits et systèmes.

La mise au point définitive de la conception sonore s'élaborera entre les différents intervenants en prenant en compte le coût global, les réglementations, les solutions mises

en œuvre. Ensuite le projet poursuivra son cours normal, on passera à l'élaboration du prototype qui sera réalisé par l'industriel, vérifié et contrôlé par l'acousticien.

Enfin, dernier point, pour transmettre la capitalisation de l'expérimentation, et permettre la reproductibilité de la recherche : un guide de prescriptions et de recommandations sonores sera établi après analyse du déroulement du projet. Le caractère reproductible a l'ambition de s'étendre à des lieux de vie similaires, maisons de retraite, maisons de repos – et nous souhaiterions l'extrapoler à l'hôtellerie.

Les enquêtes sociologiques ont révélé deux paradoxes.

Premier paradoxe : séparer et relier, paradoxe qui concerne essentiellement la relation qu'entretiennent la ville et l'hôpital. Sur le site choisi, nous n'avons pas travaillé sur ce parcours.

Deuxième paradoxe : apaiser et animer. La question est : comment préserver des espaces-temps calmes, dans un milieu où d'une part les plaintes et cris des patients menacent les périodes d'accalmie, et où le mélange des sons caractérise l'ambiance sonore ? Comment développer des activités diversifiées sans augmenter le niveau de confusion sonore ? Nous allons essayer d'y répondre par quatre axes sonores qui orientent la conception : l'isolation, avec un travail sur les limites et l'isolation ; la réverbération, avec un travail sur les matériaux absorbants ; la diversification, avec la mise en place de dispositifs capables de limiter la propagation et de favoriser la plurifonctionnalité ; enfin, la création, l'invention d'ambiances sonores en accord avec le projet architectural.

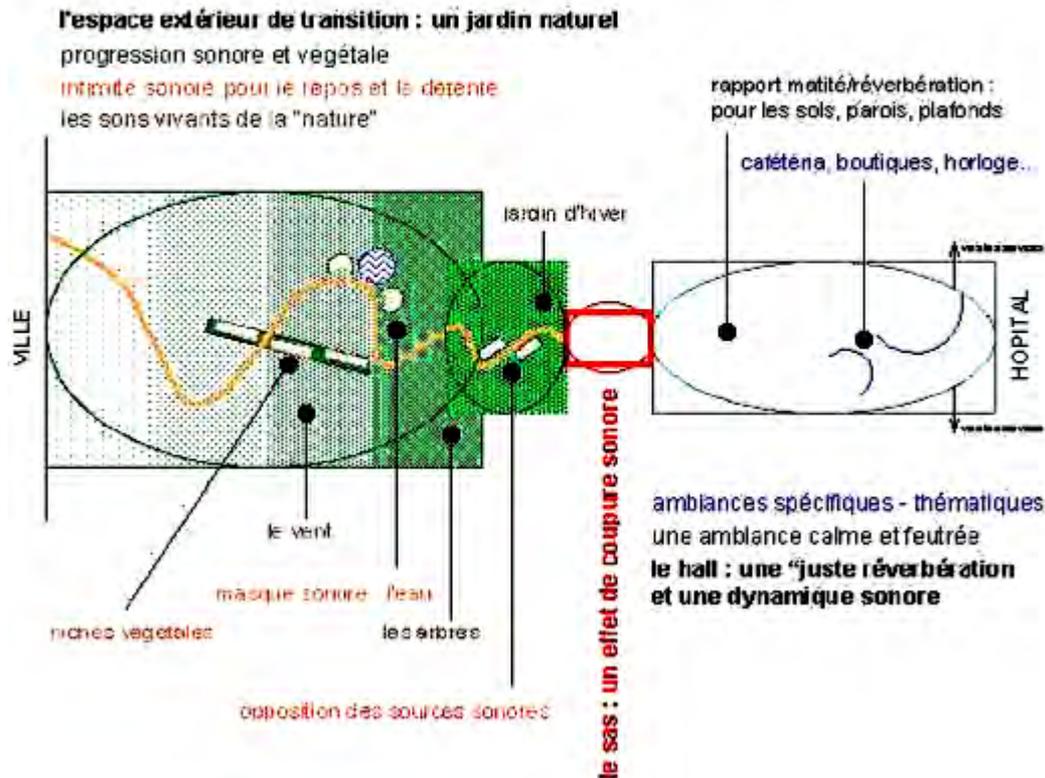
Les enquêtes révèlent donc une série de paradoxes qui créent la vie de l'hôpital, et font apparaître une réflexion sur l'espace et le temps proche de la réflexion architecturale. Par exemple, le naturel et l'artificiel, l'extérieur et l'intérieur. C'est à travers la perception sonore des usagers, des personnels soignants, des visiteurs, des patients, que nous traiterons ces paradoxes, tout au long d'un parcours continu, contrasté, d'une progression spatiale et sonore qui conduit de la porte de l'hôpital, de la ville, à la porte de la chambre.

La première séquence va de la ville à l'entrée des services hospitaliers. Elle met en jeu le paradoxe séparer – relier. Mais cette séquence sonore ne fait pas l'objet de l'étude. Cette séquence concerne l'espace extérieur à l'hôpital ; elle n'existe pas dans tous les hôpitaux, mais d'après les enquêtes, elle est souhaitée comme espace de transition dans un environnement sonore naturel, assimilé à un jardin.

Nous avons, à chaque fois, retranscrit la conclusion de l'enquête sociologique, puis essayé de la traduire en langage architectural. Les premières prescriptions ou descriptions pourraient être des volumes, des matériaux, des ambiances.

Cette séquence concerne également le sas, conçu comme un effet de coupure sonore ; le hall, qui dégage une ambiance calme ; les émergences sonores d'éléments familiers : l'ascenseur et les dessertes.

**L'HOPITAL ET LA VILLE . SEPARER - RELIER**



Après ces premières prescriptions, nous avons établi des schémas, en essayant de ne pas proposer de forme particulière, mais plutôt en insistant sur certains dispositifs caractérisant les différents espaces.

La deuxième séquence va des services hospitaliers à la chambre. Le paradoxe à résoudre est « apaiser – animer ». Les enquêtes montrent l'apaisement comme une ambiance calme se teintant de nuances de sons différents, qui nous permettent d'appliquer les transcriptions architecturales sur des lieux, des activités, des intervenants différents. Par exemple, la sérénité – activité discrète et présence humaine peu importante – a été divisée, pour les alcôves que nous verrons plus tard, en transcription architecturale puis transcription

acoustique. La quiétude – tranquillité dans un lieu unique, permettant une surveillance par les soignants – a été traduite par un travail sur des coupoles dans la salle à manger.

L'animation sonore provient de diverses sources sonores et correspond à une pratique spécifique et une présence individuelle ou groupée.

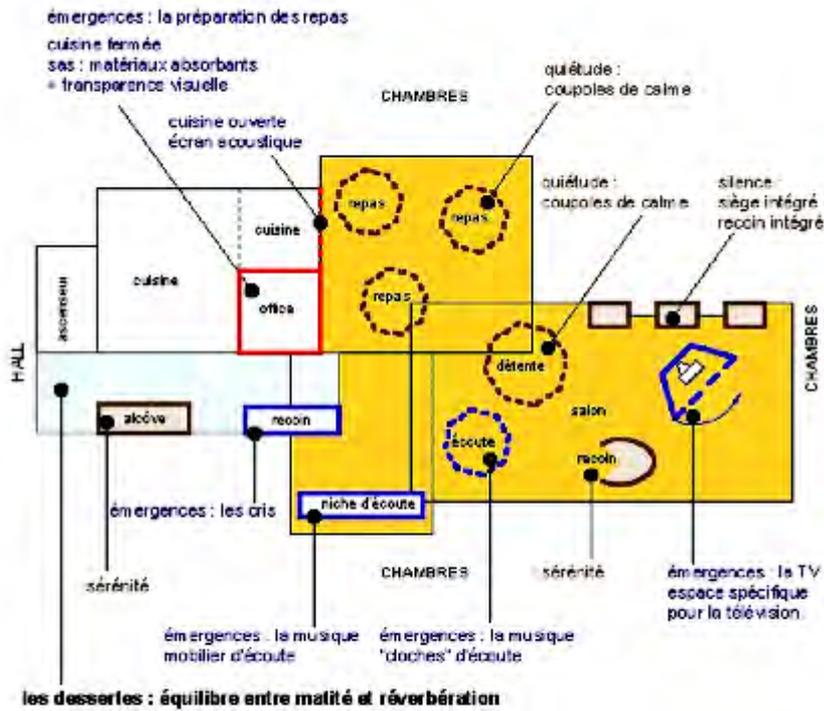
Les émergences sonores sont répertoriées et peuvent être traitées au cas par cas : les cris, les bruits liés à la préparation des repas, la télévision, la musique, la signalétique. Je prendrai l'exemple de la télévision, qui demande un espace spécifique pour permettre une meilleure écoute : il faut créer une ambiance sonore et visuelle liée au spectacle et à la convivialité, localiser et orienter le son pour permettre une meilleure écoute, limiter la propagation du son, étudier un mobilier approprié pour les spectateurs, étudier la luminosité extérieure et l'éclairage artificiel.

Il en va de même pour les autres émergences.

Si les émergences sonores peuvent être maîtrisées par des aménagements spécifiques, le seul fait de regrouper des personnes engendre un mélange sonore, ce mélange sonore ordinaire décrit par les soignants comme ambiance sonore type de l'hôpital, caractérisé par un état de perpétuelle transition. Il prend un aspect négatif quand il dépasse les limites du tolérable et devient confus jusqu'à la cacophonie. Ce mélange pourrait être agréable et contribuer à la vie sociale, l'animer, à condition d'être suffisamment faible, ou clair, pour permettre l'émergence des ambiances calmes évoquées plus haut, pour concilier les différents usages des acteurs en présence et inclure l'apaisement au milieu de l'animation. Par exemple, pour la sérénité, nous avons imaginé des recoins et des alcôves, et pour la quiétude des dispositifs techniques de type « micro-espace » dans l'espace, permettant une surveillance adaptée à la salle à manger et au salon.

On a aussi les événements et le fond sonore qui relèvent de la gestion programmée par les soignants, qui rythment le temps de l'hôpital, qui correspondent à des fêtes : le fond sonore joue un rôle pour l'apaisement et la détente, mais s'il est permanent, le fond sonore est banalisé.

**LES SERVICES HOSPITALIERS : APAISER - ANIMER**



**l'apaisement et l'animation : une clarté sonore dans le mélange sonore**

mélange sonore ordinaire : matériaux absorbants - traitement des volumes  
 apaisement : micro-espaces dans l'espace - dispositifs ponctuels  
 animation : micro-espaces dans l'espace - dispositifs ponctuels

Ce schéma résume les prescriptions appliquées aux lieux et aux activités : les recoins, les alcôves, les émergences, la télévision...

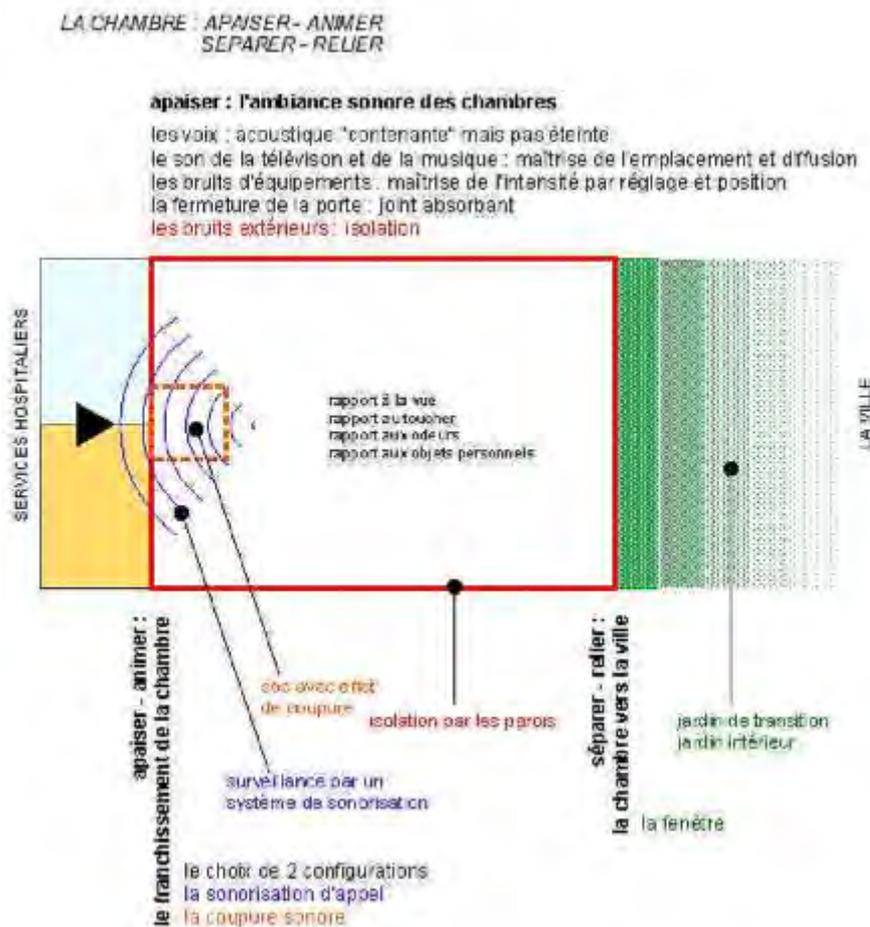
La dernière séquence va de la chambre à la ville. Le paradoxe est : « apaiser et animer ». Il concerne le franchissement de la chambre, lieu intime, le plus intime du service hospitalier, mais qui reste en relation avec les espaces collectifs, la porte étant souvent ouverte. L'enjeu est de ne pas accentuer la solitude tout en permettant le repos. Quiétude, silence et animation douce, ambiance sonore vivante : ces termes sont attachés à la chambre. Deux configurations liées aux pratiques sont envisageables. Dans les deux cas, l'isolation entre les chambres permet de préserver l'intimité. Premier cas : la sonorisation d'appel. Il s'agit de conserver la porte fermée pour le repos, d'isoler la chambre de manière performante et totale, de permettre une surveillance lointaine par un système de sonorisation activé par le soignant (règles déontologiques), d'assurer une surveillance visuelle par un vitrage dans la porte. Second cas : la coupure sonore. La porte est ouverte même pour le repos (usage actuel), l'isolation acoustique est assurée pour les murs séparatifs et les fenêtres, le franchissement de la chambre par un sas donne un effet de coupure, la relation visuelle est permanente.

L'ambiance sonore dans les chambres doit favoriser plusieurs activités, et les différences sonores peuvent être répertoriées et traitées spécifiquement.

D'autres facteurs peuvent contribuer au confort de la chambre, tout en ayant des répercussions sur le sonore : le rapport à la vue, au toucher, aux odeurs, aux objets personnels...

Enfin, le rapport à l'extérieur s'effectue par la télévision, la radio, le personnel soignant, les visiteurs, et la fenêtre. La liaison sonore indirecte par le jardin définit un environnement sonore naturel de transition, déjà abordé.

D'autres fonctions peuvent être étudiées, selon le programme.



Les études architecturales et scénographiques ont été menées conjointement et continuent de l'être. Cependant, la conception spatiale des deux recherches se situe sur des échelles de temps différentes : l'architecture se conçoit plus sur la durée, la scénographie sur l'éphémère. Pour le scénographe, l'hôpital est un théâtre avec différentes scènes qui

peuvent se jouer dans son enceinte, où les acteurs évoluent en permanence dans un monde composé de couleurs, de lumières, de sons. L'histoire de leurs personnages s'éclaire par la nature des objets qui les entourent. Cette liberté d'approche permet de prendre en compte la dimension de l'imaginaire. Ce qui est essentiel dans la perception d'un accord ou d'une installation, ce n'est pas seulement ce que l'on voit, c'est aussi ce que l'on devine ou que l'on projette.

Les diverses solutions plastiques et la mise en place d'un design sonore doivent aboutir à une organisation spatiale cohérente où les déplacements deviennent naturels. Le son, qui peut se rapprocher de la lumière et des textures, peut inclure des éléments sonores existants, ou inventés, soutenus par des lumières et des couleurs, afin de générer des émotions différentes dans le même espace, à des moments précis.

La diversité des ambiances sonores est une réelle attente des usagers. Les hôpitaux ont été réalisés, dans le temps, avec diverses préoccupations : tout d'abord essentiellement fonctionnelles et technologiques, avec des idées sociales toujours sous-jacentes, puis d'humanisation, le problème de la souffrance morale et physique engendrant des notions de convivialité ou "décoratives". Avec l'architecture sonore, nous abordons une phase sensible, de "sensorialisation", un meilleur rapport de l'homme avec son environnement immédiat.

Contrastes et diversités raisonnés seront les lignes du parcours de cette architecture sonore, pour une vie sociale plus riche, une intimité plus subtile et une revalorisation qualitative de la pratique du soin.

La phase suivante, abordée par l'acousticien, va permettre de transposer les transcriptions architecturales en dispositifs techniques et de vérifier leur faisabilité. L'acousticien va traduire dans son vocabulaire les paradoxes et les transcriptions architecturales, il va étudier des configurations techniques permettant l'isolement dans la chambre et la pénétration des bruits témoignant de la vie. Il va également étudier dans les espaces communs des formes architecturales autorisant plusieurs activités menées par des intervenants divers sans que ces derniers se gênent mutuellement de manière intempestive. Il a d'abord testé des formes en cloche au-dessus d'une table, afin d'autoriser une conversation à côté d'une personne qui lit ou regarde la télévision. Les tests présentés sont de premières études.

Les quatre configurations étudiées :



*Avec des surfaces réfléchissantes*



*Même configuration avec une coupole absorbante*



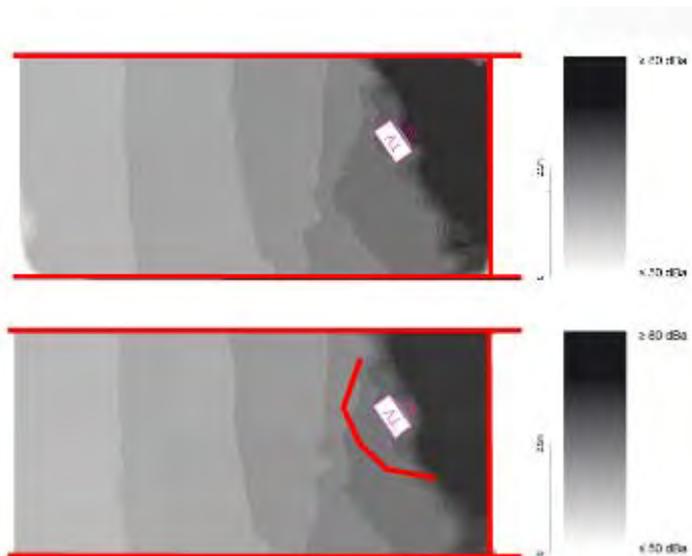
*Même configuration avec un plafond absorbant*



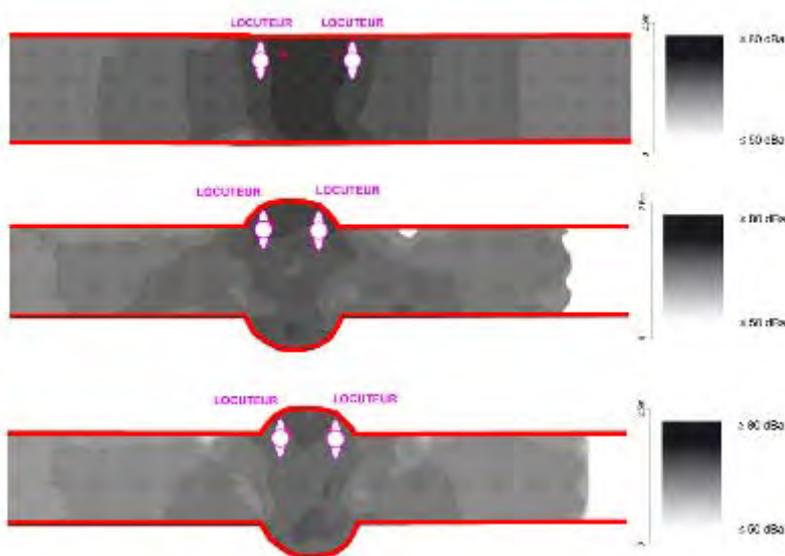
*Même configuration avec un sol peu réfléchissant*

L'acousticien semble peu satisfait, mais nous continuons à étudier ces configurations.

La deuxième application a concerné le coin télévision. La télévision est tournée dans le coin d'une pièce, sans aménagement particulier ; puis avec une claustra à l'arrière. Là encore, les études sont à approfondir.



Le troisième test a porté sur la création d'alcôves dans un couloir, près des chambres.



On a d'abord le couloir sans alcôve, puis le couloir avec alcôve, puis avec des matériaux absorbants. L'acousticien parle là de tests assez satisfaisants.

On voit là le passage direct de la configuration architecturale aux tests de l'acousticien, et c'est dans le site même que nous pourrons placer ces espaces, une fois leurs performances et leur configuration acoustique déterminées. Nous verrons alors comment les utiliser par rapport à l'organisation générale.

Il nous reste à approfondir ces recherches jusqu'à l'aboutissement des performances. L'industriel qui participe au projet pourra alors envisager la réalisation de prototypes. Il a

d'ailleurs, depuis le début, participé à la conception afin de vérifier la validité des matériaux existants, les possibilités techniques, l'éventuelle prise en compte de contraintes de sécurité (pour les parois et les éléments architecturaux).

Après la mise en place définitive du site et des prescriptions architecturales, nous aborderons les prototypes, sans doute en laboratoire, avec l'aide d'un bureau d'études. Après mesure et vérification, l'assemblage se fera sur site. L'industriel n'exclut pas d'imaginer des produits ou systèmes nouveaux pour répondre aux éléments de la recherche.

D'ores et déjà, des systèmes et produits peuvent être envisagés, par exemple le système PLAtec, qui permet de réaliser des formes à partir de plaques de plâtre. Des coupoles ont été réalisées. Il existe également des cloisons acoustiques particulières, qui répondent à des performances acoustiques particulières.

## Prototypes sonores architecturaux

### Grégoire Chelkoff, Architecte, école d'architecture de Grenoble, cresson

Nous avons répondu à l'appel à propositions de recherche dans l'idée d'expérimenter et de rechercher des archétypes sonores architecturaux dans ce qui existe autour de nous, dans ce que l'on a pu apprendre de recherches précédentes, et en même temps de créer quelque chose de plus proche du prototype en expérimentant dans le cadre des Grands ateliers de l'Isle-d'Abeau, à côté de Lyon, avec lesquels notre école d'architecture travaille beaucoup.

Il y a, dans les hypothèses de la recherche, plusieurs enjeux. Il me semble que l'on parle trop souvent de la qualité sonore en termes passifs, en termes d'écoute, de réception. Notre



idée était avant tout d'essayer de réfléchir à une architecture sonore, à voir s'il existe des possibilités d'*affordances* sonores, c'est-à-dire des possibilités d'action pour l'utilisateur, lui permettant d'adapter son milieu sonore en fonction de sa préoccupation du moment. C'est pourquoi j'avais appelé cette intervention « l'écoute en mouvement » - l'écoute et l'action en mouvement autour

d'une paroi pensée en fonction des potentiels d'action sonore.

On a parlé du stress lié au sonore : mais, parfois, il s'agit aussi d'un stress lié à une incapacité d'agir et de modifier l'environnement sonore. L'architecture a peut-être quelque chose à dire, à réfléchir de manière non uniquement défensive, à proposer. Et plus



précisément, dans l'exemple dont je vais parler, à proposer le maximum d'opportunités dans le minimum d'espace.

Nous sommes ici dans une architecture sans normes. Nous sommes dans des conditions d'expérimentation, devant un bâtiment qui est lui-même voué à l'expérimentation. Nous avons voulu travailler sur une micro-architecture qui

réponde à des micro-mobilités : nous sommes tous, quand nous attendons quelque chose, par exemple un moyen de transport, en état de mouvement : des mouvements qui permettent de s'écarter, d'adapter sa position en fonction – peut-être – du milieu sonore.

Notre laboratoire, lié à l'école d'architecture de Grenoble, est une équipe pluridisciplinaire, qui a beaucoup travaillé et publié sur les effets sonores. Mais au-delà, l'objet dont je vous parle cherche à aller plus loin avec la « kinesthésie sonore » : des éléments d'espace sensibles rendus par le son et le mouvement.

La recherche a été menée par une équipe pluridisciplinaire très composite :

Philippe Liveneau, architecte, moi-même, responsable de la recherche, Jean-Luc Bardyn pour tout ce qui concerne la pensée acoustique, l'électroacoustique, l'équipement, les bandes sonores, et Rachel Thomas, sociologue. Une équipe d'étudiants en architecture, Juliette Rault, Xiao Shan Guo, Julien Plessis, Lydie Menet, Gaëlle Perrin et Romuald Morel, nous ont aidés pour le montage.

Trois principes nous ont guidés :

- réfléchir à une ergonomie sonore, quelque chose qui réponde à l'approche kinésique : comment les formes construites offrent-elles des possibilités d'action ?
- une échelle de travail proche du corps : nous avons notamment remarqué dans des recherches précédentes la proximité des éléments construits et l'importance de ce qui se passe quand on est à proximité des choses ou qu'on s'en éloigne ;
- le désir de construire une approche expérimentale sur plusieurs plans, pas seulement par le fait de s'inscrire dans un lieu pour expérimenter quelque chose.

En termes méthodologiques, cela signifie : peut-on expérimenter le son autrement que par des systèmes de simulation, virtuels ? Par l'étude *in situ* ? Les Grands ateliers de l'Isle-d'Abeau étaient l'occasion d'aller vers cet aspect méthodologique, moyennant un effort d'innovation dans la méthode d'enquête et dans la méthode de mise en action du dispositif.



Nous ne partions pas de rien, puisque, les années précédentes, nous avons travaillé sur des maquettes grandeur nature de dix à douze mètres de long en cherchant à créer des situations sonores.

Le montage a été effectué à partir d'éléments en bois brut. On voit ce que nous avons appelé l'inclusion : nous cherchions quelque chose qui

puisse nous inclure sans nous enfermer : quand on travaille sur le son, on s'affronte toujours à un paradoxe entre l'espace ouvert et la volonté de créer des différences au niveau sonore.



Dans cette recherche sur les archétypes, dans des

situations réelles repérées et qui expérimentaient un prototype, nous sommes partis de trois catégories essentielles :

- l'articulation, c'est-à-dire : comment le mouvement entre deux espaces différents transforme le vécu sonore ? Qu'est-ce qui se passe quand on se déplace entre deux espaces ? Comment repérer plusieurs formes d'articulation sonore et spatiale ? Par exemple une décroissance lente, mais aussi un passage alterné, qui fait alterner le son du pas selon le dispositif qui le fait résonner, etc. Ce sont là des situations réelles ;

- la situation limite : on s'intéressait plutôt aux micro-mobilités, quand nous sommes en situation de limite, par exemple devant un guichet, quand on a besoin de parler à quelqu'un, ou à la limite d'un parapet dominant une ville : les mouvements du corps sont assez faibles, et font rapidement changer de milieu sonore ;

- l'inclusion, qu'il nous intéressait de repérer : l'idée que, dans un lieu sonore, quand il n'est pas entièrement coupé de ce qui l'entoure, on est inclus dans un milieu. Ce n'est pas le mouvement qui crée l'inclusion, c'est bien la perception, la projection peut-être, d'une relation entre deux lieux, projection mentale sans mouvement.

On a donc trois degrés de mouvement : un mouvement important, un mouvement minime, et un mouvement nul.

Pour en venir à l'expérimentation proprement dite : cinquante archétypes ont été repérés. Nous avons des enregistrements sonores, des repérages spatiaux, des descriptions de ce qui se joue. La partie expérimentale de la recherche s'est étendue au montage de cet objet

qui ressemble à beaucoup de choses. On en a fait, à la fin, un abribus, mais notre intention était de travailler sur une « paroi », une paroi dotée de facultés, de disponibilités variées, que l'on pourrait considérer aussi bien comme l'entrée d'un bâtiment, un objet situé dans un grand hall ou un espace souterrain à l'acoustique difficile à vivre quand on s'y déplace. On a plus particulièrement travaillé l'hypothèse d'un mobilier urbain sonore, pour accompagner l'attente et créer un maximum de possibilités d'attente dans un espace restreint. La fabrication a coûté quelques panneaux de bois, des tasseaux, et cinq jours de construction avec les étudiants. L'objet est resté un mois dehors, sans brûler ni dépérir sous la pluie.

Nous l'avons implanté au ras du bâtiment, ce qui crée une paroi séparative, le quai devant le bâtiment simulant un trottoir. Nous imaginions l'arrivée face à cet objet : le passant doit choisir, passer à droite ou passer à gauche. À gauche, il s'agit plutôt d'une coulisse qui protège des sons, dont je parlerai tout à l'heure, puisque nous avons simulé un autre milieu sonore que le milieu existant. Il faut donc choisir : passer du côté de l'ombre ou du côté de la lumière et du son. De l'ombre où l'on a dix décibels en moins par rapport au son diffusé, de la lumière où l'on a un son très fort. On a déjà là l'interaction entre les différents sens : le sonore n'est pas isolé des autres sens, c'est une question importante que nous abordons en termes d'ambiance. C'est bien d'isoler l'ouïe, c'est bien aussi de parfois la raccorder aux autres dimensions sensorielles.

Pour fabriquer cet objet, nous avons adopté une série d'opérateurs de travail, des formes architecturales proprement dites. Ces opérateurs sont ici au nombre de trois, en supposant qu'ils pouvaient renvoyer à des possibilités sonores : l'empreinte, le pli et le délitement.

L'empreinte, ce sera quelque chose qui détermine un creux dans une paroi, dans une masse. Le degré et la variabilité de la profondeur peuvent être intéressants : quelque chose change selon que l'on se place au fond ou en bordure. Les plis devaient permettre de prolonger certaines parties des parois pour en faire des réflecteurs, des abris, des accoudoirs, pour offrir des positions pour parler. Le délitement permettait de faire glisser les parois sans trop ouvrir, en ouvrant à la lumière, parfois au mouvement ; il permettait de garder des points de contact visuels et sonores.

Quant au montage sonore, il était nécessaire pour contextualiser le dispositif : trois haut-parleurs ont été placés à dix, douze mètres et diffusaient un milieu sonore de transport, autobus, trains...

Puis le protocole d'enquête a été mis en place. Nous avons demandé à dix-sept personnes de partir du même point, à dix mètres environ de la proue de l'objet, qu'elles avaient quatre minutes pour explorer. Ensuite, pour mettre en action la dimension sonore, nous les appelions sur leur téléphone portable en leur demandant de lire un texte, pendant la

diffusion de la bande-son. Donc, pendant quatre minutes les gens apprennent le dispositif, comprennent comment ça marche, où s'asseoir, où passer, où ne pas passer. Quand on leur demande de lire le texte, la bande-son provoque des adaptations. Cela nous a appris beaucoup de choses, d'autant que parmi les dix-sept personnes figuraient quatre non-voyants.

On peut suivre un exemple sur les photographies : la personne répond au téléphone, elle est d'abord assise, puis elle commence à lire le texte et se déplace, pour aller s'installer directement dans la petite pièce d'un mètre soixante de large, qui abrite suffisamment, bien qu'elle soit délimitée de l'autre côté. Nous avons pu faire un relevé de positions très différentes.



Une autre personne passera derrière le dispositif, et se mettra contre une paroi, pour mieux entendre sans doute. Une autre se calera entre deux montants et placera sa tête entre deux parois. On voit à travers une fente, on s'abrite dans une inclusion où la bande-son est différenciée... C'est cette faculté d'adaptation que nous ont montrée les dix-sept personnes ayant participé à l'expérimentation.

Ce sont ces micro-mobilités, même un peu forcées, qui nous ont intéressés : on voit là que nous ne sommes pas passifs, que, s'il se passe quelque chose, nous cherchons à nous adapter.

Nous avons testé le dispositif en enregistrant un bruit rose, le bruit rose que connaissent tous les acousticiens, autour du dispositif. En se déplaçant, le preneur de son teste les différentes profondeurs : le bruit rose varie quelque peu, et cela nous donne des indications sur les éléments de changement liés aux micro-mobilités des passants. On entend alors les transformations, les atténuations, les amplifications, qui nous révèlent la dimension sonore ou acoustique de l'architecture.

Les différentes positions adoptées par les passants nous révèlent la dimension active de l'oreille que l'on oublie trop souvent, et qui croise très bien la dimension spatiale de l'architecture.

Cette expérience nous a demandé beaucoup d'investissement, beaucoup de travail, et il est difficile de « montrer » les résultats. Mais nous sommes satisfaits des catégories que nous

avons pu dégager, et poursuivons le travail en approfondissant l'inter-sensorialité. Les opérateurs que nous avons retenus nous ont semblé efficaces, nous allons développer la recherche dans ce sens. L'expérimentation nous a montré l'intérêt d'associer une recherche architecturale à une recherche acoustique et à l'évaluation par l'usage, elle nous a montré des possibilités nouvelles.

Nous espérons pouvoir expérimenter avec d'autres matériaux, réévaluer certaines méthodes et principes généraux.

## **POINT DE VUE DES EXPERTS ETRANGERS**

### **Henrik Karlsson**

En ce qui concerne les ambiances sonores dans les hôpitaux, j'aurais une question à soulever. Je n'ai pas entendu parler de la ventilation, de la climatisation. J'ai passé quelques nuits à l'hôpital, et je n'ai pu dormir à cause de la climatisation. Avez-vous interrogé le personnel pour appréhender son expérience, sa perception d'un bon environnement sonore ? Et les patients, dans la mesure où ils peuvent parler et se souvenir ? J'ai le sentiment qu'il y a là un conflit, et que c'est le personnel qui a tendance à prendre le dessus et à décider en fonction de ce qui est bon pour lui. C'est pourquoi on laisse les portes ouvertes dans les hôpitaux. Mais si le patient veut se reposer, je pense que les portes doivent être fermées. L'opinion des patients et celle du personnel ne sont pas les mêmes : comment avancer entre ces deux visions ?

Autre question adressée à Grégoire Chelkoff : comment transférer cette expérimentation sur des domaines d'application courants ?

### **Jian Kang**

Je suis impressionné par la qualité remarquable de ces travaux interdisciplinaires. Il me semble qu'au Royaume-Uni, nous sommes en retard. Peu de gens font des recherches sur le paysage sonore. Les deux projets nous ont permis d'envisager une séquence d'espaces, un ensemble d'espaces, plutôt qu'un espace unique. C'est nouveau, et important par rapport aux considérations antérieures où l'on s'intéressait à un théâtre, à une salle de classe. Ici, on prend l'espace dans son ensemble, dans ses successions, dans ses transitions. L'autre nouveauté que j'ai relevée, c'est le fait de relier les éléments architecturaux au son et à d'autres éléments tels que l'éclairage ou d'autres composantes de l'architecture.

En ce qui concerne la recherche « A l'écoute de l'hôpital », j'ai trois questions :

- quel type de patient prenez-vous en compte ? Avec des types de patients différents, vous auriez peut-être eu des exigences différentes. S'ils viennent de manière ponctuelle, après un

accident, leurs exigences ne seront pas les mêmes que celles des personnes qui vont venir deux ou trois jours pendant plusieurs semaines ;

- j'ai la même question que Henrik Karlsson sur l'équilibre entre les exigences du personnel et celles des patients ;

- comment considérez-vous les temps de réverbération ? Avez-vous simulé les réverbérations ?

Le second projet, que je trouve très créatif, très innovant, envisageait l'activité des utilisateurs. Dans une étude que nous avons menée en milieu urbain, on s'est aperçu que les utilisateurs se disaient satisfaits dès lors qu'ils avaient pu choisir l'endroit où se situer. Vous avez effectué des mesures sur une zone assez petite : les temps de réverbération et la répartition du son sont-ils différents selon les lieux ? Comment appliquer vos résultats à des espaces plus larges ?

### **Pauline Minevich**

J'ai un peu les mêmes commentaires que mes collègues. Dans les hôpitaux, il faut bien s'occuper des patients et intégrer tous les sons, il faut être sensible aux besoins humains. En général, les hôpitaux sont des lieux bruyants et effrayants, avec les plaintes des patients en détresse, le bruit des équipements, les personnels qui circulent. C'est une difficulté que de prendre en compte les patients, surtout ceux qui sont là pour une longue durée, encore plus dans le domaine gériatrique. Je suis musicienne, et même si j'étais âgée de quatre-vingt-quinze ans et handicapée, j'aimerais entendre de la musique parce que c'est ce qui me définit. Fournir aux patients des lieux privés où se retrouver, où ils reconstruisent leur identité, c'est important. En ce qui concerne les hôpitaux, il s'agit d'un travail de pionniers ! Mais ce catalogue des bruits de l'hôpital, je ne pense pas qu'on en ait maîtrisé tous les aspects. Avez-vous des plans pour aller plus loin ?

Pour la deuxième recherche, il s'agit en quelque sorte de constituer une bibliothèque d'archétypes d'espaces, de manière à savoir comment un espace ou un autre fonctionneraient. Vous avez travaillé sur de petites échelles. À plus grande échelle, où appliqueriez-vous cette démarche ? À plus grande échelle, les coûts économiques ne seraient pas les mêmes. Par ailleurs, je voudrais faire une remarque concernant la sécurité : j'aurais pour ma part du mal à m'installer dans un endroit reclus, je ne m'y sentrais pas à l'aise.

### **Volkan Aytar**

J'aimerais quant à moi parler de l'aspect méthodologique, pas de l'aspect technique, qui n'est pas de mon champ d'expertise. Je suis très sensible aux aspects de la construction

sociale des espaces. J'aimerais centrer mon intervention sur cet aspect, en empruntant à Henri Lefèvre. Dans la mesure où les bruits, les sons de notre vie quotidienne créent un lien avec le monde, les sons nous rendent le monde intelligible d'une manière participative. Lefèvre peut donner un certain éclairage : chez lui, l'espace physique ou naturel est un point d'origine, un modèle d'origine pour les processus sociaux. Par la suite, l'espace naturel est relégué par les réalités sociales. Dans le cadre de « A l'écoute de l'hôpital », on voit que le jardin naturel a un rôle de tampon entre les rudes réalités de la vie et l'apparente tranquillité de l'hôpital. Trop apparente. L'utilisation du jardin comme médiation sonore offre une progression qui, en elle-même, propose un lieu d'intimité. C'était intéressant. Chez Lefèvre, on a aussi une réflexion sur l'espace mental, au niveau du discours comme au niveau de la compartimentation de la vie. On sait qu'il y a une spécialisation accrue des espaces fonctionnels, une sorte de découpage des espaces selon leurs fonctions. Pour l'hôpital, on voit qu'en même temps qu'on veut séparer, on veut relier l'espace hospitalier à la vie urbaine. La troisième notion chez Lefèvre, c'est l'espace social, un espace produit, le résultat d'un processus lui-même très dynamique, qui permet, ou suggère, les actions sociales.

Je retiendrai des propos de François Delarue que les gens se situent dans leur espace comme participants actifs, comme constructeurs de leur espace. De la recherche de Grégoire Chelkoff que chacun, confronté à des effets sonores, a les compétences pour agir : cela sous-entend une relation active entre temps et espace. On n'est pas dans la passivité de l'entendre.

J'aimerais remercier Grégoire Chelkoff pour cette distinction entre écoute active et passive. De manière plus générale demeure une question : l'espace ne peut être considéré comme un contenant qu'il s'agirait de remplir. C'est un endroit qui intègre. Il y a une différence entre laisser les gens s'insérer dans un espace, même un espace sonore, et proposer des espaces sonores socialement construits où les gens participent de manière active à la construction. Comment accorder cela avec la maîtrise sociale des espaces sonores ? Des expérimentations de laboratoire peuvent donner des résultats artificiels. Dans « A l'écoute de l'hôpital », on parlait des scénographes, on disait qu'ils voulaient permettre aux patients d'investir les lieux et d'agir, mais le rôle des scénographes est d'introduire des lieux d'images, d'action, et de présenter des solutions classiques permettant aux patients d'agir. Ma question est liée à cette plasticité : comment laisser les gens s'intégrer dans un espace socialement construit ?

## Soundscape and acoustic comfort

**Jian Kang, Directeur de recherche, université de Sheffield, Royaume-Uni**

Ma recherche est centrée sur le paysage sonore et le confort acoustique. Je voudrais couvrir trois aspects : tout d'abord, je vous donnerai une brève vue d'ensemble de notre recherche, ensuite je vous parlerai de l'environnement sonore en milieu urbain, puis du confort acoustique dans des lieux non acoustiques.

Nous sommes une équipe de dix à quinze chercheurs et d'étudiants en recherche acoustique. Ce sont des gens qui ont travaillé dans l'acoustique, l'architecture, l'urbanisme, la sociologie, la psychologie, la science expérimentale, ainsi que l'ingénierie de la construction. C'est une équipe vraiment pluridisciplinaire. Nous avons un réseau de recherche, le *UK Enable Network*, réseau de recherche en acoustique composé de dix groupes. Nous avons aussi un réseau universitaire international, le *World-wide Universities Network* (WUN), qui se concentre sur l'acoustique environnementale. Nous avons différents centres, par exemple à Southampton ou en Chine, et différents laboratoires, avec des chambres acoustiques, des chambres sonores.

Les domaines de recherche de notre groupe sont divers. Notre premier champ d'investigation concerne l'acoustique à l'extérieur, l'acoustique urbaine que nous abordons à l'aide d'outils de simulations informatiques, et par un travail direct dans les rues et les parkings. Nous faisons également de la cartographie sonore, pour des espaces vastes, ainsi que de la conception de pare-sons, sous un aspect non acoustique. Nous nous intéressons enfin à tout ce qui est végétation, ce que l'on nomme les arbres dans les « canyons », ou encore les « canyons de rue ». Notre second champ d'investigation concerne les espaces confinés, par exemple les espaces de restauration, et des espaces plus larges comme des stations souterraines, ou encore un théâtre en Chine... En ce qui concerne la construction, nous travaillons sur des fenêtres acoustiques, qui nous permettraient d'avoir une ventilation naturelle ainsi qu'un éclairage naturel.

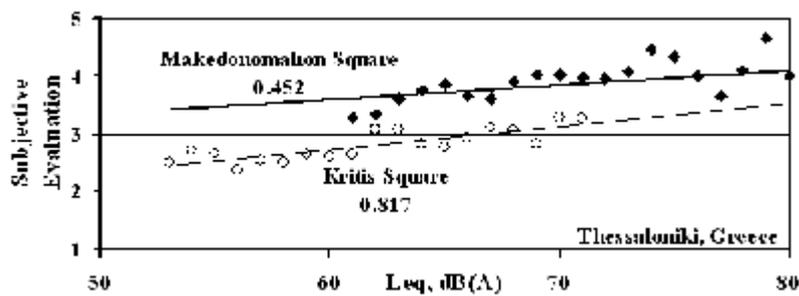
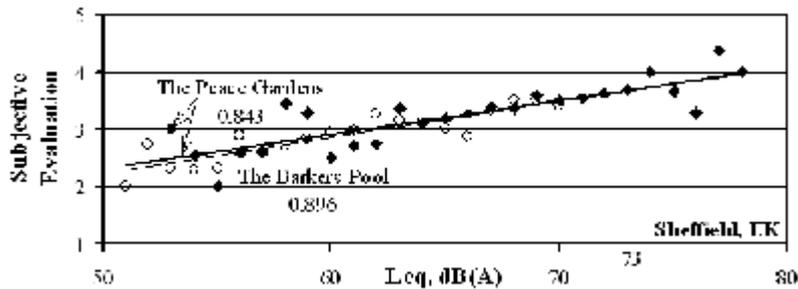
Aujourd'hui je voudrais surtout me concentrer sur le confort acoustique et les paysages sonores, parce que c'est vraiment un aspect subjectif. Il s'agit là de la direction que nous donnons actuellement à nos recherches.

Je voudrais avant tout vous exposer, brièvement, le résultat des projets que nous avons récemment finalisés, en ce qui concerne le son, l'acoustique dans les lieux publics et urbains. Nous avons effectué, en partenariat avec nos amis européens, de nombreuses simulations sur plusieurs aspects : l'acoustique, l'éclairage, etc. Nous avons également effectué plus de dix mille entretiens partout en Europe dans des milieux urbains, dans les rues. C'est une recherche menée par notre groupe à l'université de Sheffield, et qui s'est

fondée sur des simulations informatiques. Nous avons pris en compte les aspects objectifs et subjectifs. Nous avons établi un cadre d'évaluation du confort acoustique dans le milieu urbain et développé des directives.

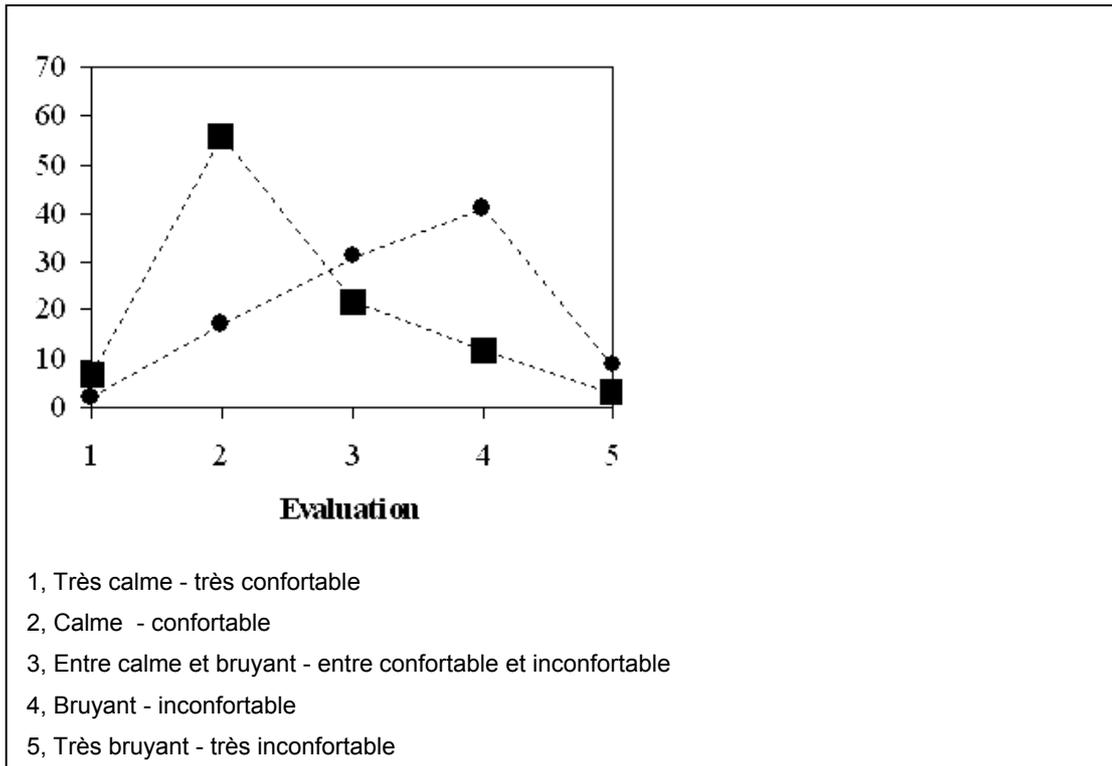
Sites [survey areas in grey]	Main functions	Main sound sources	Number of interviews
 <p>Kamakaki Square Athens, Greece</p>	Residential, commercial	Traffic, footsteps, surrounding speech, children	655
 <p>Seidhen, Athens, Greece</p>	Tourism, recreation	Traffic, footsteps, surrounding speech, children	848
 <p>Makedoniasma Square Thessaloniki, Greece</p>	Residential, office, relaxation	Traffic, construction, children	1037
 <p>Kifiss Square Thessaloniki, Greece</p>	Residential, relaxation	Traffic, construction, surrounding speech, children	777
 <p>17 November Square Sesto San Giovanni, Italy</p>	Public transport, residential, commercial	Traffic, surrounding speech, water (fountain)	574
 <p>Palazzo Square Sesto San Giovanni, Italy</p>	Cultural (church), commercial, relaxation	Traffic, church bell, surrounding speech, children	599
 <p>The Peace Gardens, Sheffield, UK</p>	Recreation, cultural (historical buildings)	Water (fountains), demolition, children, surrounding speech, traffic	510

Vous voyez ci-dessous deux des espaces urbains que nous avons étudiés, et le nombre d'entretiens réalisés dans ces espaces. Nous avons énormément de données, et je ne peux vous donner qu'un aperçu des résultats, résultats qui montrent les relations entre les différents niveaux sonores et l'évaluation que font les individus de leur environnement acoustique.

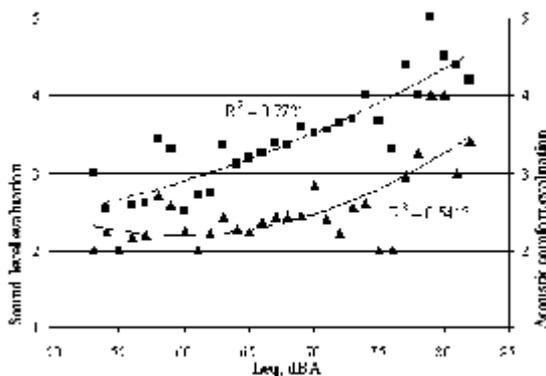


Les courbes du premier schéma montrent un environnement sonore plus élevé et sont très similaires. En bas, elles sont très différentes. Les gens ont des façons très diverses de percevoir les sons. Ce qu'ils identifient le plus, ce sont les sons d'ambiance. Plus les sons d'ambiance sont bas, plus on a l'impression d'être dans un environnement calme ; si les sons d'ambiance sont assez hauts, on va avoir l'impression d'un endroit bruyant.

Autre exemple intéressant dans le schéma ci-dessous, l'étude que nous avons menée dans deux endroits de Sheffield et qui permet d'établir la corrélation entre le niveau sonore et l'évaluation des individus quant à l'intensité sonore : les niveaux sonores étaient assez hauts, et les gens le ressentaient. C'est normal, le résultat est raisonnable.



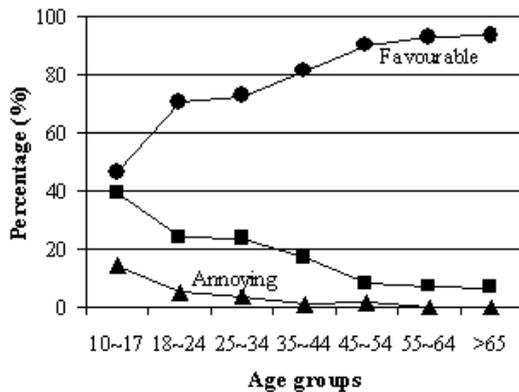
Le schéma suivant montre la corrélation entre le niveau sonore et le confort acoustique : on n'a pas demandé aux gens s'ils trouvaient que c'était bruyant ou non, on leur a demandé une appréciation sur le confort acoustique. Sous 70 décibels, la ligne est presque plate ;, cela signifie que les gens pensent aux types de sons qu'ils entendent plutôt qu'à son intensité. Alors qu'au-dessus, jusqu'à 90 décibels, les gens insistent plus sur le fait que le son est intense, élevé.



Je vais également vous parler des préférences sonores : nous avons demandé aux gens quels sons ils préféraient entendre, dans trois domaines différents. Les individus ont répondu qu'ils préféraient tout ce qui était lié à la nature et à la culture. Ensuite, nous avons

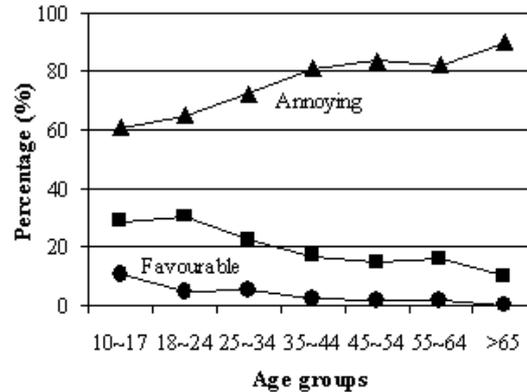
voulu prendre en compte leur expérience environnementale et leur niveau de culture. En Allemagne, les gens aiment entendre un son plutôt naturel, alors que les Italiens ont des avis divergents. En Angleterre, en Allemagne, on aime le son d'une fontaine, peu apprécié en Italie. Pour les mêmes niveaux d'intensité sonore, en Allemagne, les gens ont tendance à avoir des niveaux d'évaluation plus bas, par exemple, qu'en Grèce. Cela semble dire que les grecs sont plus tolérants par rapport au son que les allemands. Il en va de même pour les environnements résidentiels. Les gens ont une appréciation différente selon qu'ils entendent les sons chez eux ou dans un milieu urbain.

Troisième niveau de préférence matérialisé dans les schémas ci-après : les préférences individuelles. En fonction de l'âge, vous observez des différences : plus on avance en âge, plus on est sensible au chant des oiseaux. Pour la musique en voiture, c'est le contraire : ce sont plutôt les adolescents qui apprécient les sons plus artificiels.



#### *Chants d'oiseaux*

Ce sont des indications utiles : si vous devez concevoir une place, dans une ville, destinée plutôt à des jeunes, vous allez le faire de manière différente. Si l'endroit est destiné à des personnes plus âgées, vous allez peut-être l'imaginer plus naturel, avec de l'eau, des arbres...



#### *Musique en voiture*

Nous avons également fait des analyses sémantiques concernant les milieux urbains. Nous avons utilisé des méthodologies d'étude de qualités sonores, et utilisé quatre facteurs importants dans l'évaluation des espaces publics ouverts : la relaxation, la communication, l'espace et la dynamique. Ces facteurs ont été définis sur la base de la technique d'analyse différentielle sémantique, que nous utilisons actuellement aussi pour l'analyse des différences culturelles, entre la Chine et le Royaume-Uni, parce que nous avons détecté des différences en Europe, et nous nous demandions ce qu'il en était pour des pays plus éloignés. Nous avons lancé une étude à Pékin, que nous avons comparée à notre analyse

en Angleterre. C'est une affaire complexe, car ici on ne parle pas seulement de facteurs acoustiques, on parle aussi de confort, d'éclairage, etc. Si l'on est dans un milieu très chaud, les gens ne se préoccupent pas de savoir s'il est bruyant ou pas. Ou si c'est trop bruyant, les gens ne vont pas considérer l'éclairage...

C'était là l'idée de ce projet européen que nous avons lancé. Sur la base des données que nous avons analysées, nous avons essayé de développer un système global, général.

Nous avons effectué beaucoup de simulations informatiques, nous avons voulu utiliser des modélisations informatiques, en ce qui concerne les dimensions sonores et spatiales. D'un côté, nous savons comment les gens évaluent les espaces et les milieux urbains, d'autre part il faut se demander comment on les conçoit. Comment savoir ce que sera un milieu urbain ? L'un des buts du projet était de développer un outil informatique, pour, en phase de conception, voir quels sons seront associés au milieu. Il existe déjà des logiciels pour créer des ambiances acoustiques, mais ces logiciels ne s'appliquent que sur un seul milieu. Si on parle d'un milieu urbain, on aura beaucoup de sources sonores : il faut les prendre en compte dans leur dynamique, prendre en compte les gens qui courent, ceux qui passent, etc. Donc, les simulations deviennent très complexes, d'autant qu'il faut tenir compte du mouvement des sources sonores. Il faut un outil doté d'une vitesse de calcul extrêmement rapide. C'est à ce défi que nous sommes confrontés.

Nous avons travaillé sur ces logiciels déjà existants, sans vraiment pouvoir les utiliser, sans pouvoir faire de cartographie, parce que ce serait trop compliqué et trop long. Notre projet désormais s'articule autour de trois phases : nous devons définir nos exigences, et ensuite simplifier nos algorithmes pour avoir des résultats assez rapidement, puis développer un prototype simplifié.

Très rapidement, je vais vous exposer les études que nous menons dans diverses directions. Les études acoustiques existent depuis longtemps dans les studios d'enregistrement, les théâtres, mais il faut maintenant considérer d'autres endroits. Au cours des cinq dernières années, nous avons considéré divers espaces, divers milieux : un centre commercial, une salle de lecture en bibliothèque, un stade de football, des piscines, des églises... Quand les gens arrivent dans un centre commercial, ils sont calmes, et au bout d'un moment se fatiguent. Pour les stades, les supporters estiment que plus c'est bruyant, mieux c'est. Pour les piscines, nous savons que si elles ne sont pas bien conçues, les gens ont vite mal à la tête, même s'ils ne se plaignent pas du niveau de réverbération. Pour les églises, les gens pensent que la musique est meilleure si les temps de réverbération sont bas. Il n'y a pas de corrélation entre le confort ou l'impression de confort et le temps de réverbération. Notre dernière étude portait sur des lieux intérieurs. L'idée est de faire des séquences d'espace et non pas un seul espace.

## Débat

### Jean-Yves Toussaint

Pour entamer le débat, je propose que les membres des équipes de recherche réagissent aux questions et remarques de nos experts étrangers.

### Anne Reychman

Je vous remercie pour ces questions. Évidemment, je n'ai pas expliqué précisément comment avaient été conçues les enquêtes. L'une des particularités du projet, c'est que, pour la première fois, on a essayé de demander leur avis aux patients. Je laisserai les sociologues en parler, ils sont allés dans des services de gériatrie de longue durée, ce qui leur a posé des difficultés. Je voudrais ajouter que notre projet concerne des soins de moyenne durée, ce dont nous avons tenu compte : notre recherche n'aurait pas été la même s'il s'était agi de soins rapides, de séjours de cinq jours à une semaine, d'autant plus que nous voulions élargir la recherche à des organisations similaires du point de vue de l'architecture, comme les maisons de retraite. Effectivement, les usages et les pratiques du personnel sont importants, le personnel ayant une grande influence sur les patients. Mais le personnel change, les usages aussi. Ce qu'il faut – je pense à l'exemple de la chambre – c'est conserver le confort du patient et répondre aux deux exigences formulées : garder une certaine intimité et apaiser.

Henrik Karlsson a parlé des bruits de la ventilation : nous y avons pensé, nous savons qu'ils existent, nous les avons répertoriés. Je précise que nous sommes au début de la liste des bruits « techniques ».

En ce qui concerne le temps de réverbération : je ne me lancerai pas là-dedans, je ne suis qu'architecte, je laisserai l'acousticien nous apprendre beaucoup de choses sur ce thème !

### Grégoire Chelkoff

Je comprends bien toutes les questions, puisqu'elles se sont posées à nous aussi. Quelle est l'application pratique de notre recherche ? Précisément, cette expérimentation vient de la pratique. C'est en partant de nombreuses études faites *in situ* par le CRESSON depuis vingt ans, dans des lieux publics, dans des gares, dans des ports, dans des espaces souterrains, en observant les usages, les manières d'agir, les déplacements... Par exemple, si vous observez la pyramide du Louvre, vous constatez que les gens qui informent le public, qui sont sous quatre-vingts décibels de niveau sonore, ont quelques difficultés à communiquer : ils se penchent les uns vers les autres, essaient de se repérer par le son. Vous allez aux Halles, c'est le même genre de système. Les architectes, dont je suis, essaient de transposer : ici, dans cette recherche, nous travaillons sur l'idée d'un abribus, mais après

tout, l'idée fondamentale est celle d'une paroi. Ce n'est qu'une paroi. Qui pourrait être une fenêtre. C'est un principe de travail. Pour rejoindre le travail précédent, il me semble que les efforts pour l'apaisement pourraient aussi porter sur la fenêtre, sur une fenêtre acoustique. C'est un exemple, on en trouverait d'autres dans une mairie, dans des bureaux... Notre expérimentation, en quelque sorte, préfigure les choses avant qu'elles ne soient faites. C'est aussi un travail de sensibilisation des acteurs, et d'enseignement : enseignement à la sensibilité sonore dans la culture de l'architecte et des futurs aménageurs. C'est à travers ce type d'expérience que l'on transmet, que l'on fait comprendre ce qu'est le son. Il existe donc plusieurs formes d'application...

En ce qui concerne la question relative aux mesures : au début, nous voulions faire l'expérimentation dans le grand hall du bâtiment, et nous avons mesuré les temps de réverbération. Le passage dans le hall nous a montré que l'on pouvait créer des alvéoles, des isolats, pour échapper aux éléments du hall tout en restant en liaison avec eux. Puis nous avons placé le module à l'extérieur, pour nous situer dans un « espace public ». Nous nous sommes placés à proximité de la paroi du bâtiment. Il est vrai que nous n'avons pas, dehors, mesuré les temps de réverbération. On est dans un milieu extérieur encaissé dans le terrain, dans un milieu urbain très ouvert.

Les gens qui travaillent dans le bâtiment sont venus plusieurs fois s'installer spontanément dans le dispositif, avec le sentiment, dans ce milieu ubiquitaire, de retrouver des proximités, des parois. C'est une anecdote, mais elle a son importance par rapport à l'urbanisme et l'architecture très ouverts, qui ont leurs avantages mais ne répondent pas à toutes les attentes.

Quant aux archétypes d'espaces, oui, nous n'avons travaillé qu'à petite échelle. L'idée des archétypes sonores, c'est de repérer des articulations, des situations limites ou des situations d'inclusion. Les échelles sont à la fois spatiales et temporelles. Il y aurait des enseignements à tirer de tout l'acquis du laboratoire pour mieux catégoriser la question de l'échelle par rapport au son, ce qui n'est pas facile.

Enfin, en ce qui concerne la sécurité, nous sommes bien d'accord. Ici, nous sommes totalement hors normes, ce qu'autorise le cadre expérimental. On peut se donner le droit de déstabiliser la perception.

Mais ce qui importe, ayant travaillé auparavant sur des situations réelles et connaissant un peu mieux le rapport entre sonorité et sociabilité, c'est la notion de prise, ou d'emprise, sur des milieux, qui peut se traduire à des niveaux de complexité plus ou moins grands. Ici, nous avons abordé des niveaux de complexité assez faibles, mais il faut bien commencer par quelque chose !

## **Martine Lerouge**

Je peux parler du travail mené dans le cadre de « A l'écoute de l'hôpital », et vous donner un éclairage sur toute la conception en cours à Limeil-Brévannes. Jean-Luc Barsyn et moi-même avons effectué un travail en amont, qui consistait en une étude sociologique des différentes ambiances sonores, en vue d'énoncer des recommandations à l'équipe de conception.

Nous avons interviewé des soignants et quelques patients. Nous avons enquêté dans des services de gériatrie, et bien entendu le nombre de patients à même de répondre à nos sollicitations était restreint. Toute la difficulté pour nous était de passer de l'étude sociologique aux recommandations. Je voudrais insister sur le travail de collaboration avec l'équipe, d'architectes entre autres, dès le début de l'étude sociologique. Nous n'avons pas enquêté dans les trois services pour ensuite donner des résultats aux concepteurs, mais nous avons visité les lieux ensemble, nous avons discuté, et nous avons dû confronter des langages distincts. Le travail sociologique peut apparaître énorme par rapport aux quatre recommandations, aux quatre axes de la conception sonore. Mais ces recommandations ont pu être entendues en raison du travail de dialogue. Par-delà, les concepteurs peuvent s'imprégner par la lecture des analyses, par la connaissance des ambiances sonores. La difficulté est de savoir comment passer de la connaissance d'un terrain à des résultats qui ne réduisent pas ce qui a été étudié.

## **Jean-Marc Abramovitch**

Je suis l'acousticien de « A l'écoute de l'hôpital », et en même temps responsable des études acoustiques à Scetauroute. Je voudrais en particulier répondre à Jian Kang sur les durées de réverbération qui semblent le tracasser. Il a raison. Trois mots sur la difficulté de l'exercice. Au stade où nous sommes, une caractéristique de l'étude ne vous aura pas échappé : alors que, habituellement, les acousticiens et les autres sont dans la lumière de l'exercice de construction du bâtiment, ici les scénographes, l'acousticien que je suis, sommes là pour servir l'architecture. La difficulté est claire : il s'agit de traduire ce qu'a présenté Anne Reychman en objet acoustique, ce qui aujourd'hui – nous avons un petit morceau d'hôpital à traiter – n'est pas possible puisque nous n'avons pas de programme. En l'absence de programme, certains exercices sont des exercices de style. Ce que j'ai retenu du discours de mes collègues, c'est, premièrement, qu'à l'hôpital il y a un monde sonore clairement identifié, basé par exemple sur des bruits de chariots, des bruits métalliques, des bruits de pas dans les couloirs, des bruits de portes qui se ferment, et pour autant les niveaux ne sont pas excessifs. Je voudrais dire pour Jian Kang qu'en France, pour le milieu hospitalier, la réglementation nous fixe des niveaux d'isolement entre pièces, entre parties

communes et chambres, des niveaux de réverbération qui, pour faire bref, ne sont jamais, sauf dans les halls, supérieurs à 0,8 seconde. Les degrés de liberté sont donc extrêmement réduits. Nous avons donc un monde sonore bien identifié, mais peu bruyant. Les gens tels qu'ils apparaissent dans le discours sociologique n'ont pas forcément envie de s'identifier à ce monde sonore, mais ont envie de laisser rentrer chez eux le monde de l'extérieur, la vie, tout en pouvant s'en isoler à volonté. Des exercices ont été faits pour que, par exemple dans la salle commune, il puisse y avoir différents groupes présents en même temps sans se gêner mutuellement. Je n'ai, pour cela, travaillé que sur les critères d'intelligibilité. Comme il n'y a pas de bruit de fond prédéfini, j'ai fixé une règle : il faudrait qu'entre deux groupes qui s'expriment, il y ait au moins, par rapport au bruit du deuxième groupe, une différence de dix décibels, ce qui est canoniquement le niveau de l'intelligibilité. Si on a des différences de deux décibels entre deux bruits, ils ne s'ajoutent pas. Si je parle avec mon voisin, qu'à côté un autre groupe parle, mais avec un niveau de bruit inférieur de dix décibels, il ne me gênera pas parce que je ne comprendrai pas ce qui est dit. Les exercices de coupoles, c'est cela. Sur les couloirs, nous avons voulu que la vie puisse entrer et, que des chambres, on puisse voir passer les gens. On a pensé pouvoir les faire discuter dans les couloirs et leur permettre de s'asseoir. Pour autant il ne faut pas que ça gêne.

### **Ingénieur travaux de l'hôpital Émile-Roux**

Je voudrais apporter quelques précisions par rapport au type de patients que nous accueillons et leur relation avec l'espace. Il s'agit de patients âgés, hospitalisés pendant deux ou trois mois, parfois déments, très souvent en perte de repères. Ce qu'on essaie de travailler avec le cabinet d'architectes, c'est justement que le son est un repère pour ces patients. Le son des chariots, par exemple, qui peut être nuisible, peut aussi être le signe de l'arrivée du repas ou du soignant. C'est important de le prendre en compte. On sait très bien, à l'hôpital, isoler, même si on laisse les portes ouvertes. Ce qu'on ne sait pas faire, c'est utiliser le son comme repère et comme facteur de sociabilisation. Les portes restent ouvertes, mais pas seulement pour les soignants : il s'agit aussi de la sécurité des patients, et de laisser entrer les bruits de l'extérieur dans les chambres où les patients sont isolés. Toute la difficulté est de prendre en compte des points de vue différents : le point de vue médical, celui des patients, celui des familles, etc.

### **Roger Perrin-Jacquet, sociologue**

Ce qui n'est pas apparu clairement dans vos deux présentations, c'est qu'il ne s'agit pas d'une innovation de produit, mais d'une innovation de processus. L'exemple de l'installation du CRESSON montre finalement un dispositif d'interférences qui est là pour tester des situations. Cela entre dans une logique de programmation générative très intéressante. La

démonstration se fait de la même manière sur les hôpitaux. Travailler en équipe pluridisciplinaire, ce n'est pas seulement de l'interdisciplinarité, c'est montrer des étapes différentes : le diagnostic, le projet, le retour sur projet. On est dans des processus d'approche pour aboutir à des solutions. On s'éloigne alors beaucoup de l'expertise technique pour se rapprocher d'une démarche de projet telle qu'elle se réalise réellement, en intégrant en amont dans le processus, les clients, c'est-à-dire les usagers, en tant que co-décideurs.

### **M. Bonhomme, Directeur du patrimoine de la ville de Poiriers**

Je voudrais savoir à quel moment vous associez les autres compétences techniques, à partir du moment où vous avez les préconisations de BCDE, afin de déterminer s'il n'y a pas contradiction avec toutes les autres contraintes présentes à l'hôpital. Je pense notamment aux contraintes d'hygiène, au confort thermique, aux flux logistiques, aux pratiques médicales, dont on sait qu'elles impactent fortement sur les choix architecturaux, tant en termes de conception des locaux qu'en termes de choix de matériaux.

### **Ingénieur travaux de l'hôpital Émile-Roux**

Vous avez tout à fait raison, et c'est toute la difficulté pour cette étude. On intervient depuis le début, on « brime » peut-être trop l'équipe de maîtrise d'œuvre. On a eu des propositions techniques auxquelles on ne peut que dire « non », alors même qu'elles paraissaient intéressantes.

### **Henrik Karlsson**

Je me demande quel type de paysage sonore vous aimeriez avoir quand vous serez vieux. Quand vous aurez quatre-vingt-dix ans, il sera trop tard, il vaut mieux anticiper. N'oublions pas que nous appartenons tous à la génération pop, on ne veut pas forcément écouter de la musique classique, mais peut-être du rock, et peut-être bien même encore à quatre-vingt-dix ans.

### **Jean-Claude Loncke, Président de Décibel Environnement 77, membre du groupe « environnement » de la Confédération syndicale des familles**

Ma question porte sur les micro-bruits dans la phase post-médicale : existe-t-il une étude là-dessus ? Nous avons été questionnés par un hôpital du Midi de la France. Comment en effet réduire tous ces micro-bruits, même ceux du chariot ? Il y a des bruits insupportables. C'est une question d'émergence. On construit en oubliant le métro qui passe à côté... Là aussi, il y a des actions correctives, il ne faut pas attendre qu'il y ait une manifestation... Il faut penser à celui qui se trouve dans une salle d'opération, pour qu'il guérisse dans de

bonnes conditions : il faut arrêter, juste à côté, de s'amuser. Vous travaillez, mais il faut sensibiliser le personnel.

### **Anne Reyman**

J'ai l'impression qu'on ne peut pas dissocier les nuisances du plaisir, et je crois que votre question est encore dans cette dissociation. Les nuisances n'existent pas s'il n'y a pas de plaisir. C'est une manière différente de voir les sons, une manière différente de voir l'espace, tout comme l'environnement est une manière différente de voir l'architecture : tout cela va ensemble. C'est une progression dans la conception, avec plus de compétences puisque c'est encore plus compliqué. Bien sûr, on oubliera toujours des tas de choses. Les oublis, on en parle, les choses agréables, on n'en parle pas.

### **Jean-Yves Toussaint**

Je vais me retourner vers Grégoire Chelkoff, qui avait eu une petite réaction par rapport à ce que disait Jian Kang.

### **Grégoire Chelkoff**

J'étais étonné, comme tout le monde sans doute, de l'envergure des enquêtes en Europe. C'est bien ! Mais je ne sais pas de quel type d'enquête il s'agit, comment vous procédez. Ma deuxième question concernait la simulation : je n'ai pas très bien compris si votre simulation testait le temps de réverbération des pièces, donc supposées dans un certain type de matériaux. Vous faites varier les matériaux et les temps de réverbération ? On se déplace en temps réel ?

### **Jian Kang**

Il s'agit là d'une maquette, qui vous montre le but que nous voulons atteindre.

### **Claire Beussart, Association d'usagers « SOS bruit »**

D'abord, je salue toutes ces personnes compétentes qui mènent des travaux très intéressants, mais je crains que, parce qu'on a décidé qu'on ne peut pas dissocier les nuisances des plaisirs, on ait tendance à décider à la place des usagers. Quel paysage sonore nous attend ? Et pas seulement les personnes d'un certain âge, mais aussi les plus jeunes ?

### **Christiane Flageollet-Saadna**

L'objectif de tout travail est d'essayer de considérer les bruits pas seulement sous leur aspect négatif, mais aussi sous leur aspect positif, et dès lors de « faire avec ». La perception du bruit est une chose complexe, qui dépend des gens et de leur culture.

Aujourd'hui, à ce colloque, on essaie simplement de montrer des méthodes de diagnostic et des méthodes d'application pour favoriser des solutions d'amélioration de l'environnement sonore dans les espaces et les bâtiments publics. L'exemple de l'hôpital est sans doute un des cas les plus complexes, surtout quand il s'agit de personnes âgées qui ont du mal à exprimer leurs attentes et leurs besoins.

## ATELIER 2 Son et usage

### Jean-Yves Toussaint

Ce second atelier va être ouvert par la présentation des travaux de deux équipes qui ont participé au programme « Construire avec les sons » : « La qualité sonore des espaces recevant des tout-petits », c'est-à-dire l'école maternelle, sera présentée par Catherine Semidor, docteur ès sciences, professeure à l'école d'architecture et de paysage de Bordeaux, et responsable scientifique du laboratoire GRECO sur le site de Bordeaux,. Deuxième intervention, celle de Catherine Lavandier, qui nous parlera de la qualité des ambiances sonores dans les collèges. Catherine Lavandier est maître de conférences en acoustique à l'université de Cergy-Pontoise, au département génie civil et dans le laboratoire *Mobilités, réseaux, territoires et environnement*.

Ces deux présentations seront commentées par les cinq experts internationaux, et plus particulièrement par Henrik Karlsson. Ensuite, nous aurons deux interventions des experts internationaux : la première de Henrik Karlsson, la seconde de Pauline Minevich. Nous terminerons par un débat général.

### La qualité sonore des espaces recevant les tout-petits

#### Catherine Semidor, Responsable scientifique du GRECO,

Je suis responsable scientifique des travaux du GRECO – *Groupe de Recherche en Communication des Organisations* rattaché à l'université de Bordeaux. Les autres partenaires de notre projet étaient Éclats 33, des musiciens, EMA, bureau d'études, et BL2, bureau d'architecture. Nous étions une équipe très bordelaise, et avons travaillé sur cinq écoles maternelles qui se trouvent dans la communauté urbaine de Bordeaux : à Bordeaux même ou dans la très proche banlieue. Cette étude a été confrontée à des obstacles, nous n'avons pas totalement abouti à ce que nous voulions, ce qui fait le charme de la recherche. Il reste toujours des perspectives.

Les objectifs étaient de donner aux concepteurs, maîtrise d'ouvrage et maîtres d'œuvre d'établissements scolaires pour les tout petits, des éléments pour mettre en place des programmes qui tiennent compte du confort sonore dans les établissements nouveaux ou rénovés, et de donner des outils d'aide à la décision pour les maîtres d'œuvre. C'est un domaine où l'on n'a pas de réglementation, puisqu'à l'époque où la recherche a démarré la réglementation concernait uniquement les locaux scolaires à partir du primaire. Mais il nous

a semblé que dès les premières années de socialisation des enfants, on puisse créer les conditions pour que les échanges verbaux soient favorisés, entre enfants, et entre adultes et enfants. Il se trouve que, dans les écoles maternelles, on a deux populations très différentes : ceux qu'on est susceptible d'interroger, les adultes, et les enfants, peu capables d'échanger de la même façon à partir des questions que l'on pouvait se poser sur la perception du confort dans les locaux, alors qu'ils passent la majorité de leur temps à l'école. Les enfants passent du temps dans l'école, et on ne sait pas comment ils perçoivent les conditions dans lesquelles ils se trouvent.

On a donc mis en place une méthodologie d'observation des enfants pour essayer de déterminer comment, à partir de leur changement de comportement, global ou individuel, on pouvait faire apparaître leur sensibilité à la qualité des ambiances sonores de leur école.

On a déterminé deux phases d'intervention, après une étape de choix des écoles. Car on n'entre pas facilement dans une école, il faut demander des autorisations au rectorat, et il faut que non seulement l'équipe enseignante, mais également l'équipe des ATEM, soient d'accord pour que des personnes étrangères à l'établissement entrent dans l'école. Sans compter l'accord d'une majorité des parents, puisqu'on vient observer leurs enfants, les filmer. Notre choix a tenu compte d'un certain nombre de critères : l'accessibilité des écoles, le fait qu'elles aient des architectures différentes, à des périodes de construction différentes (certaines de ces écoles ont été construites avant que toute réglementation n'existe au préalable, d'autres sont de construction récente), avec des rapports à l'espace différents. Entre la classe de Jules Ferry et la classe de maintenant, le rapport enseignant – enseigné a beaucoup évolué. La phase de diagnostic incluait aussi une phase de mesures : mesures acoustiques de la durée de réverbération et du bruit de fond, relevé architectural le plus précis possible d'un certain nombre d'espaces. Puis nous avons choisi de travailler sur deux types d'espaces : la salle de classe et la salle d'activités, qui sont deux espaces clefs dans la communication verbale, musicale, avec les enfants.

On a mis en place deux types de questionnaires : un questionnaire très détaillé pour la première phase, destiné aux adultes, aussi bien les enseignants que leurs aides, parce qu'on estimait que dans les relations de travail, la collaboration entre les deux types d'adultes était très importante. Puis on a mis en place une campagne d'observation des enfants dans les écoles telles qu'elles fonctionnaient.

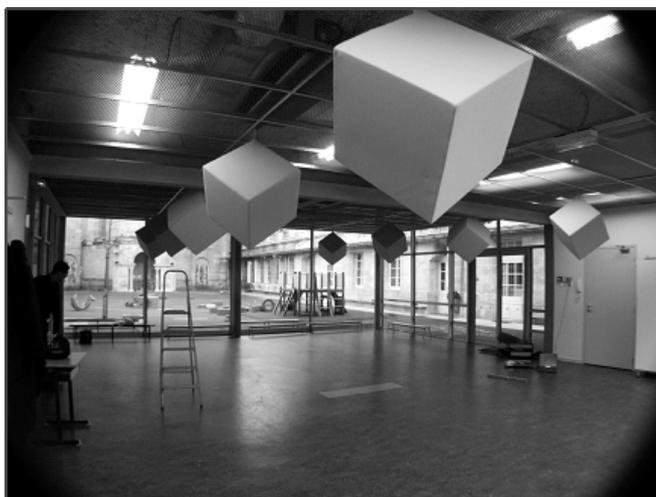
On a mené ensuite une deuxième campagne d'observation dans la phase deux, après modifications.

Le sujet étant la qualité sonore, la modification principale concernait les conditions acoustiques d'écoute. Il y a deux façons d'intervenir en acoustique : soit un travail d'isolation

des locaux entre eux, soit de l'ensemble du bâtiment. Notre intervention a porté sur l'acoustique intérieure, en modifiant les durées de réverbération à l'intérieur des locaux. Le choix s'est porté sur une modification de la durée de réverbération même si la durée de réverbération initiale était correcte et correspondait à la valeur réglementaire (entre 0,5 et 0,8 seconde). Ce qui nous intéressait, c'était de comprendre si une modification de l'acoustique entraînait une modification d'appréciation du confort. Le choix, pour que la différence soit nettement perceptible, a été de rajouter 50 % d'absorption dans les salles d'étude.

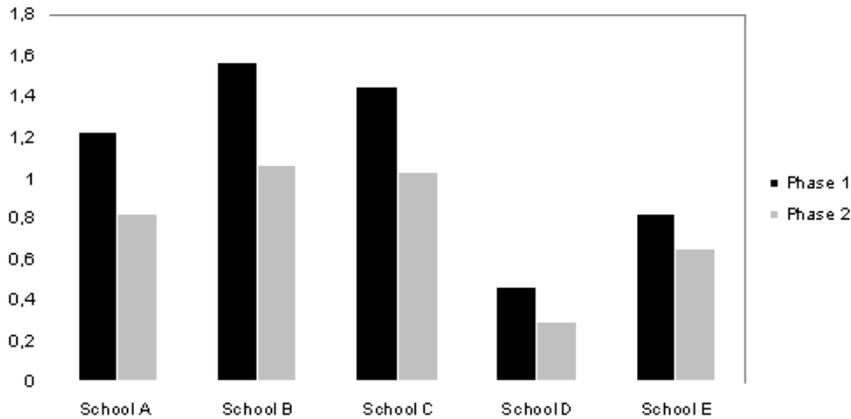
School	Tr (s) phase 1	Equivalent absorption area (m2)	50 % of equivalent absorption area (m2)	Number of implemented furnitures	Theoretical Tr (s) phase 2	Tr (s) phase 2	Tr error (%)
A	1.24	58.16	29.13	14 – 8 – 0	0.82	0.83	+1.22
B	1.68	60.77	30.38	15 – 6 – 0	1.12	1.07	-4.46
C	1.65	28.31	14.15	10 – 0 – 0	1.1	1.04	-5.45
D	0.43	109.7	54.85	10 – 18 – 0	0.29	0.30	+4.89
E	0.91	86.15	43.07	16 – 0 – 4	0.61	0.67	+9.83

On voit ici les valeurs en phase 1, et ensuite les valeurs modifiées, en phase 2. Pour la différence d'aire d'absorption, on a passé un accord avec la société Texa, qui nous a construit des cubes, parce qu'il fallait que le système soit sûr pour les enfants, discret, mobile, aisé à mettre en place et à enlever.

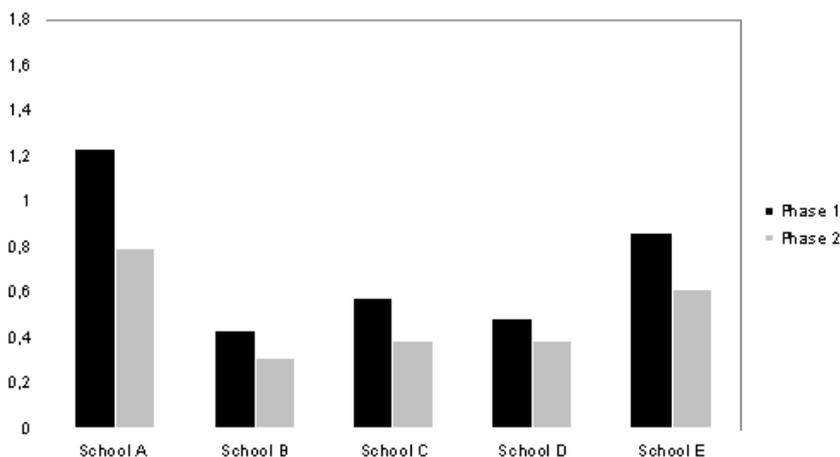


Nous avons des cubes de tailles différentes, à suspendre au plafond, ce qui permettait de ne pas gêner l'organisation des activités. Ces cubes ont tourné d'école en école. Ils étaient de couleur neutre, pour ne pas perturber la perception visuelle des enfants. Nous les avons mis en place bien avant l'observation pour

que les enfants aient le temps de s'habituer à leur présence, et que ce soit normal pour eux d'avoir les cubes dans la salle. De la même façon, ils s'étaient habitués aux gens qui venaient les filmer. C'est toujours les mêmes personnes qui allaient faire les observations.



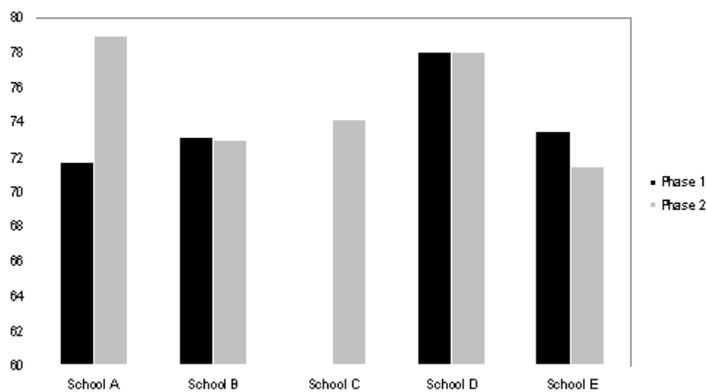
#### *Locaux d'activité*



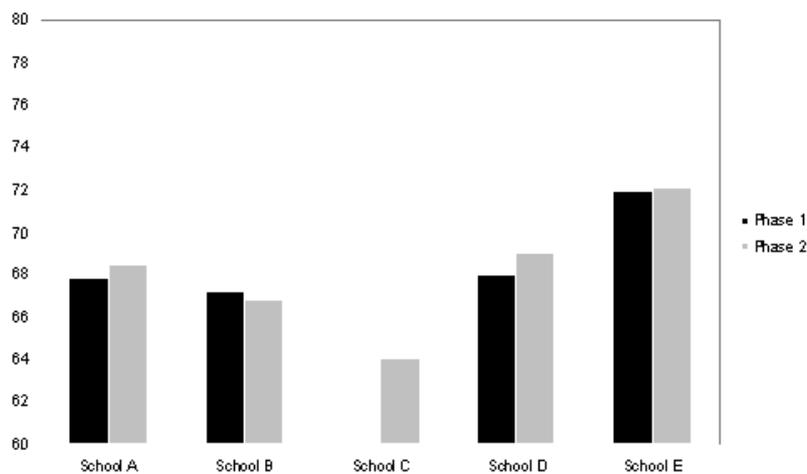
#### *Salles de classe*

Ces deux graphes montrent les différences de niveaux de réverbération mesurés dans les locaux d'activité et dans les salles de classe. On voit que la différence était importante et nettement perceptible.

Les mesures ont été faites en l'absence des enfants, mais pendant qu'on les filmait, on a aussi entrepris une mesure du Leq, avec un sonomètre, ainsi qu'une mesure de la température et de la lumière. Nous voulions avoir une approche globale des ambiances physiques, car dans le questionnaire nous avons des questions sur la globalité du confort, pour que les gens ne se concentrent pas uniquement sur le confort sonore.

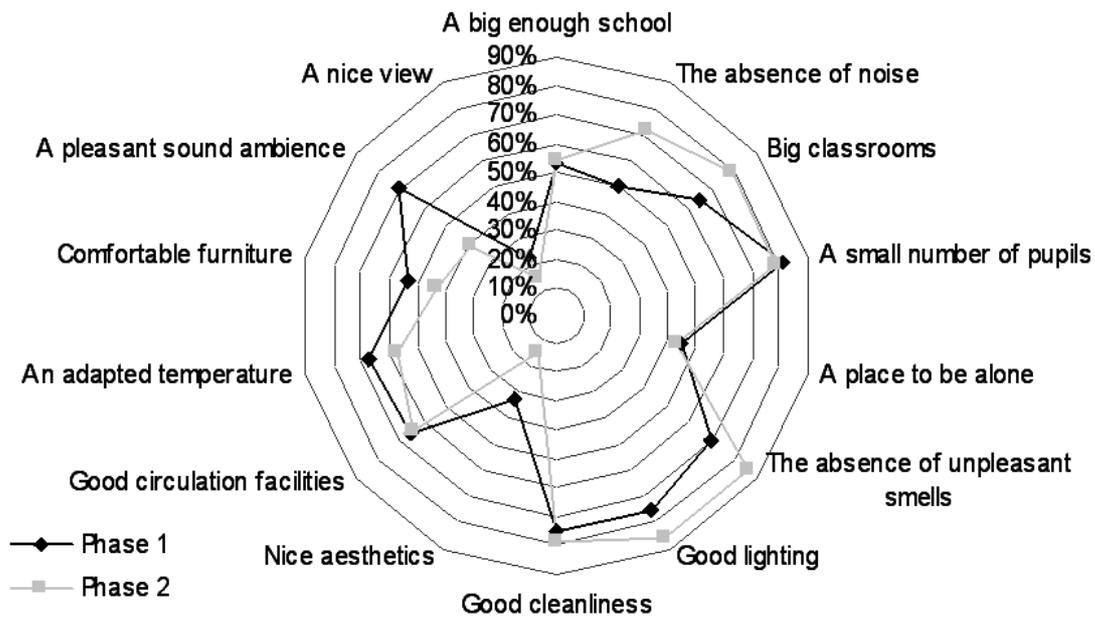


### *Locaux d'activité*



### *Salles de classe*

La mesure du Leq nous montre que les deux phases présentent des valeurs proches. On n'a pas observé de diminution du bruit des enfants en cas de réverbération plus faible. Après discussion avec les enseignants, on pense que les enfants sont très habitués aux ambiances acoustiques assez fortes, et qu'ils essayaient de compenser en quantité de cris, de bruits, d'activités bruyantes, ce qui leur manquait en réverbération pour recréer l'ambiance habituelle.



On peut retenir deux points de la rose de confort : le point « absence de bruit » et le point « ambiance sonore agréable ». Entre les deux phases, entre les deux questionnaires soumis aux adultes, on constate un basculement entre ce qui était important en phase 1 – les ambiances doivent être agréables – et ce qui l’est devenu en phase 2 : c’est mieux s’il y a une absence de bruit.

Là encore, la modification physique de l’ambiance acoustique a entraîné une réflexion différente sur les ambiances sonores, de la part des adultes.

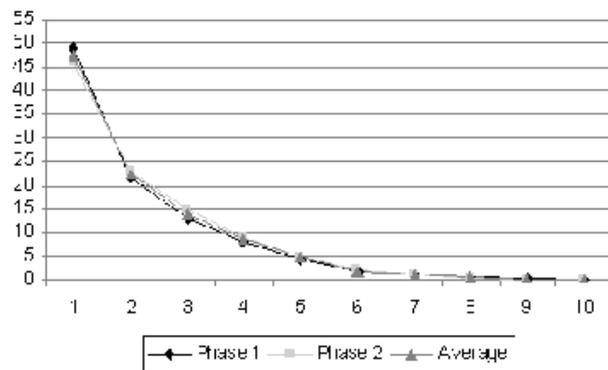
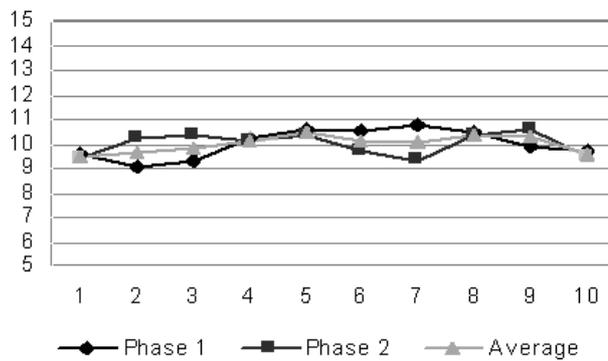
On a observé des groupes d’enfants avec adultes, dans les salles de classe, des groupes d’enfants seuls, des activités de chant, avec des mouvements, des activités où on demandait aux enfants de rester sages, de ne pas bouger, d’écouter.

Une des questions posées aux adultes, c’était de savoir s’ils avaient l’impression, après la modification de la durée de réverbération, qu’il y avait moins de bruit. On retrouve bien ce qu’on a mesuré : non, il n’y a pas moins de bruit. En quantité de bruit, pas de changement.

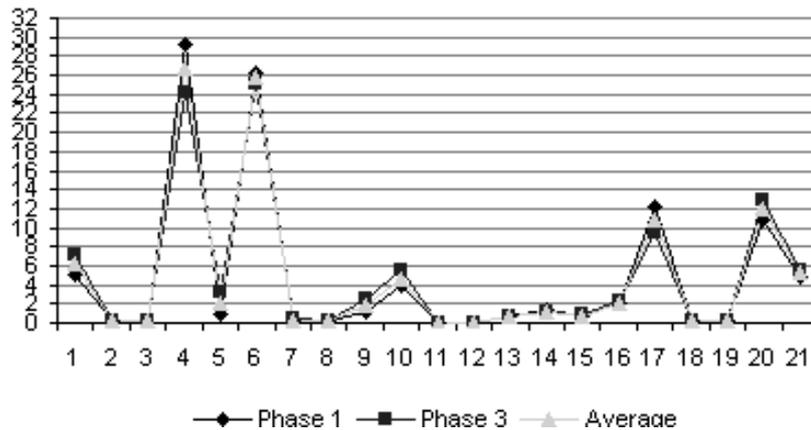
La méthodologie d’observation des enfants a été la suivante : la première série de courbes représente le nombre de comportements différents au cours des dix minutes d’observation. On a, en ordonnée, le nombre de changements de comportements au cours du temps : la modification de l’acoustique dans la salle de classe n’apporte guère de modification de comportement au sein d’une activité.

Le deuxième graphe montre le nombre d’enfants ayant en même temps le même changement de comportement, et on s’aperçoit qu’il n’y a pas d’effet de groupe : les enfants bougent individuellement ou à deux ou trois, mais il n’y a pas d’effet d’entraînement du

comportement. Là encore, cela nous a permis d'éliminer l'effet de groupe, puisqu'avec un ou deux enfants, nous avons les informations nécessaires.



Le dernier graphe : on a déterminé vingt et un comportements différents. Les deux points importants sont les points 4 – attitude de concentration – et 6 – attitude d'observation : on voit que dans la salle de classe, on a une occurrence très grande de ce comportement, puisque c'est précisément ce qui est demandé : faire attention à ce que dit la maîtresse, faire attention à ce que disent les autres, faire attention en écoutant les contes, faire attention à chanter tous ensemble, etc.



En conclusion, on peut dire que nous nous attendions, nous adultes, à ce que les enfants montrent une plus grande diversité de comportements avec la modification des ambiances acoustiques physiques. Or, ce n'est pas évident ; les enfants ont l'habitude d'un certain environnement sonore, et sa modification même en mieux, n'entraîne pas nécessairement un indice de satisfaction plus élevé. En revanche, s'ils avaient l'habitude de vivre dans un environnement sonore de qualité, alors ils seraient demandeurs, comme les adultes, de cette qualité. Pour les adultes, on est certain de leur demande : tout le monde voulait garder les cubes.

### **La qualité des ambiances sonores liées aux usages des établissements d'enseignement**

**Catherine Lavandier, Maître de conférence, université de Cergy-Pontoise**

Tout d'abord, je vous présente l'équipe : des membres du laboratoire MRTE, Manon Raimbault, architecte, Christophe Martel, informaticien, Gérard Ignazi, ergonomiste et médecin, moi-même qui suis acousticienne et physicienne. Nous avons travaillé avec le laboratoire LCPE constitué en l'occurrence de Danièle Dubois et Pascale Cheminée, linguistes. Frédérique Guyot est designer sonore et Yann Chevalier, qui était acousticien et est désormais au Conseil Général du Val d'Oise, et donc maître d'ouvrage des collèges où nous sommes allés.

Le but de ce travail était de comprendre comment les usagers des collèges, les enfants, les enseignants, les personnels administratifs, percevaient leur environnement sonore à l'intérieur du collège, et de partir de leur point de vue pour construire une grille d'évaluation, un outil pour bien structurer une évaluation de l'environnement sonore.

Les collèges qui nous ont permis de comprendre le point de vue des usagers ont été le collège des Touleuses, construit en 1970, quand a commencé la construction de la ville

nouvelle de Cergy-Pontoise, puis le collège de la Justice, construit une dizaine d'années plus tard, enfin le collège Gérard Philippe, encore dix ans plus tard. Ces collèges ne sont pas très éloignés les uns des autres, de 1,5 à 3 kilomètres seulement.

Le collège des Touleuses étant le plus ancien, on est dans un quartier relativement favorisé, alors que les deux autres collèges sont dans des quartiers où la population est défavorisée, et sont classés en ZEP (zone d'éducation prioritaire).

Comment avons-nous procédé ? Nous avons demandé aux enfants de dessiner leur environnement. Aux adultes, nous avons fait passer un questionnaire. Au total, nous avons obtenu un corpus important de réponses. Il faut remarquer que si deux cent quarante élèves ont dessiné, seulement une trentaine d'adultes ont répondu.

Écoles				nbre
Touleuses (T)	enseignants	adultes		11
Touleuses (T)	élèves	classe « musique »	11-12 ans	29
Touleuses (T)	élèves		11-12 ans	25
Touleuses (T)	élèves		13-14 ans	28
Touleuses (T)	élèves	insertion professionnelle	12-15 ans	15
G. Philippe (P)	personnel administratif	adultes		11
G. Philippe (P)	élèves		11-12 ans	18
G. Philippe (P)	élèves	classe "orchestre"	12-14,5 ans	27
G. Philippe (P)	élèves		14-16 ans	19
Justice (J)	enseignants	adultes		8
Justice (J)	élèves		11-13 ans	22
Justice (J)	élèves		12-14,5 ans	24
Justice (J)	élèves		12,5-15 ans	20
Justice (J)	élèves		13-16 ans	16
<b>Total</b>				<b>273</b>

Nous sommes allés dans les collèges pendant les heures de cours, parce que très vite, nous avons compris que si nous travaillions seuls avec la classe, nous aurions des problèmes de

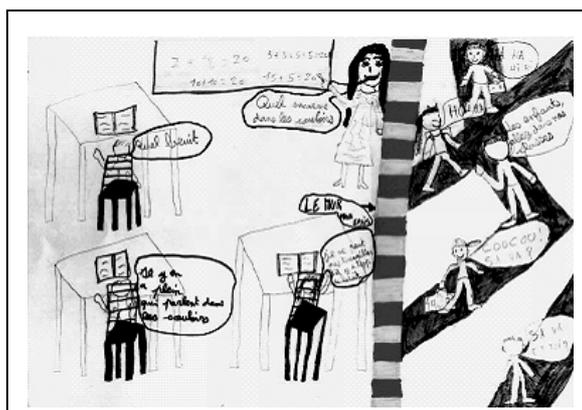
discipline. Nous avons travaillé avec l'enseignant, qui nous a présentés aux élèves, et nous avons lu la même chose aux élèves, pour que toutes les classes aient la même consigne : « Représentez par un ou plusieurs dessins les ambiances sonores qui caractérisent votre collège. Le but de ce travail est d'aider les architectes à concevoir des collèges qui auront des qualités acoustiques intéressantes. Pour cela on a besoin de savoir comment les élèves, les professeurs, les surveillants, les personnels administratifs et techniques perçoivent les sons qui les entourent. »

Les dessins se sont répartis en quatre grands types :

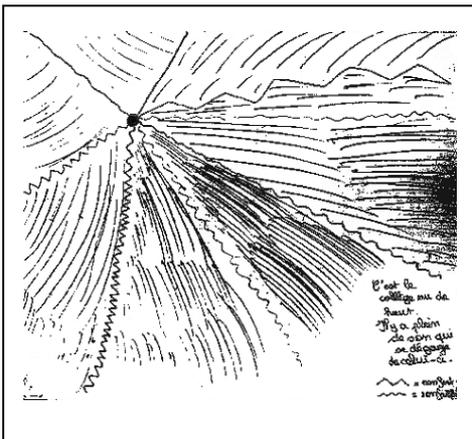
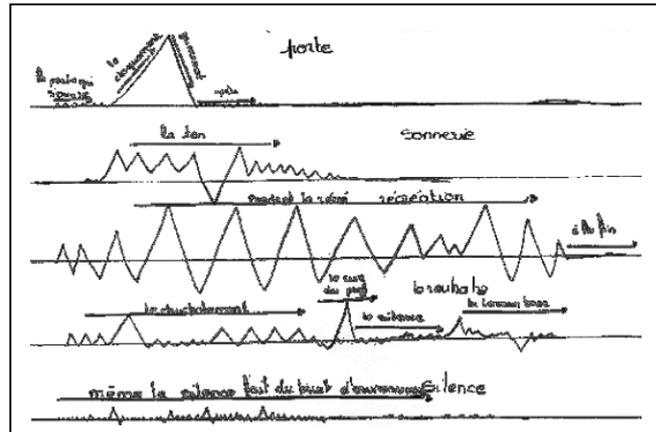
- Le premier grand type, ce sont les représentations des objets, seuls. Des chaussures, des mains, une porte, un tableau... Des objets isolés de leur contexte et associés à des niveaux d'intensité sonore.



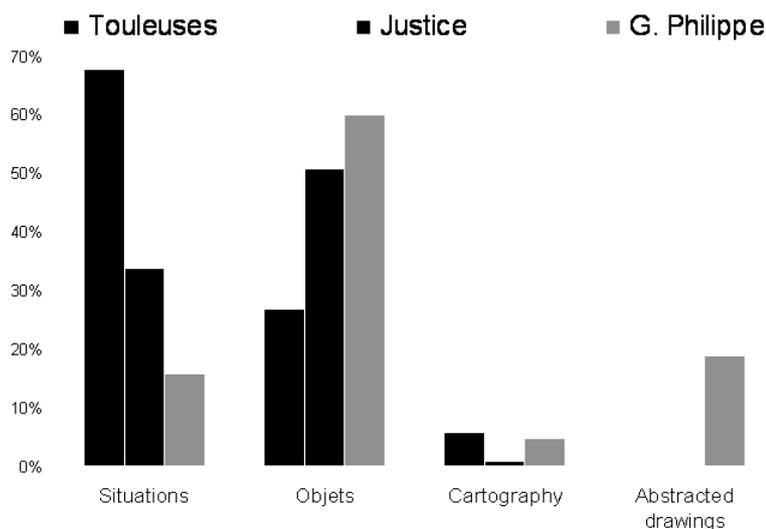
- Deuxième type : on reprend ces objets mais on les replace dans leur contexte. En général, dans ces dessins, on retrouve le lieu, la source du bruit et, parfois, l'aspect temporel – sous







La répartition des dessins montre que les objets en situation ou non situés sont largement majoritaires ; très peu de cartographie. Quant aux dessins abstraits, ils ne sont apparus qu'au collège Gérard Philippe. J'en vois une explication : au collège Gérard Philippe, c'est le professeur de dessin qui nous a accueillis, et il se peut qu'en cours de dessin on leur demande de dessiner de l'abstraction.



Pour comprendre les dessins des élèves, on leur a demandé de commenter. Certains ont commenté sur le dessin lui-même en mettant des bulles, la grande majorité a commenté au verso du dessin. Les linguistes ont fait une analyse de ce travail, et ont retrouvé des groupes de mots qui permettent d'expliquer le sonore.

Ici encore quatre catégories de commentaires :

- Le vocabulaire dépend de la physique, et est relié au mot « son » : on retrouve dans les dessins les onomatopées, et ces sons sont décrits par des expressions et des adjectifs relatifs à l'intensité et au timbre. C'est plutôt le point de vue du physicien, qui va étudier la rugosité, le côté aigu ou pas, etc. Très peu de commentaires de ce type ont été présentés.
- Dans le deuxième groupe, on trouve des expressions génériques, comme « le bruit », « le brouhaha ». Le bruit est pris dans sa globalité, associé parfois à des expressions spatiales : « le bruit de fond », ou « ça résonne », ou de durée : « ça n'arrête jamais », « toujours la même chose ». Là aussi, très peu de commentaires de ce type de la part des élèves.
- Le troisième groupe, très majoritaire, se spécifie sur « le bruit de... » : le bruit de la porte, le bruit de la chaise, en général associés à des pronoms personnels. On a des personnes qui prononcent un jugement, qui s'impliquent : « Je n'aime pas le bruit de la chaise qui tombe ».
- Quatrième grand domaine d'expression, c'est celui des voix humaines, de la présence humaine, parfois associée à la musique. Pour les voix humaines, on retrouve des expressions de jugement, avec une implication de la personne dans son choix de vocabulaire.

On a beaucoup retrouvé le vocabulaire de comparaison (le bruit de...) et la voix humaine. Les objets sont fortement présents, comme source de bruit, dans leur contexte ou hors contexte. Quels sont les types de sources ? Très majoritairement, les élèves et les

professeurs, donc des usagers du collège. Au collège des Touleuses, les enfants se sentent responsables de leur environnement, ils se représentent dans les dessins ou ils se nomment, alors qu'au collège Gérard Philippe, très peu d'enfants se manifestent dans leurs dessins, s'impliquent vraiment. On retrouve aussi une grande quantité de signaux. La sonnerie revient souvent dans les commentaires des enfants. Et puis tous les bruits d'équipement, et les bruits « personnels » de craie, de règle qui tombe. On remarque au collège Gérard Philippe plus d'émergences de bruits personnels que dans les deux autres collèges. Dans ce collège, le plus récent, l'isolation vers l'extérieur et entre classes est plutôt bonne : les bruits internes sont du coup mieux perçus, la craie, la règle, et même – un élève l'a écrit – la musique des néons. On entend aussi les bruits extérieurs : au collège Gérard Philippe, on entend la pluie. Tous ces petits bruits sont masqués dans les deux autres collèges.

On a aussi étudié les lieux les plus cités : l'école dans son ensemble. Pour les élèves, l'école a des caractéristiques sonores bien particulières. Quand on regarde dans le détail, on voit citer trois lieux majeurs : les couloirs, la classe et la cour de récréation.

Comme on a vu que les objets étaient importants, mis en situation, que les lieux étaient importants – l'objet de cette étude étant de construire une grille d'évaluation – on a essayé d'avoir un point de vue ergonomique. L'ergonome de l'équipe nous a aidés à structurer l'activité, le fonctionnement d'un collège, comme on structure un outil de travail, le collège étant pris comme un outil de travail pour les élèves, qui ont une charge de travail plus ou moins importante, dans un environnement qui peut avoir un impact sur leurs tâches.

Nous avons regroupé les activités en trois grands groupes : la mobilité, la prise d'information, et les activités intermédiaires.

À la fin de la première étude, on peut déjà faire quelques recommandations au niveau de la conception architecturale d'un collège. Ce sont des conclusions de bon sens : puisque les couloirs sont très importants, on demande aux architectes de regarder le collège dans son ensemble d'abord, d'un point de vue fonctionnel, de travailler énormément sur les circulations, avant d'aller travailler le détail physique qui a aussi son importance (la cuisine, une grille qui fait du bruit, etc.) Mais j'imagine que tous les architectes le font déjà.

On a construit à partir de toutes nos informations une grille d'évaluation. Vous allez imaginer que cette grille a déjà été remplie, soit par les élèves, soit par les professeurs. Elle reprend tous les thèmes abordés : quelles sont les sources sonores, en quel lieu, à quel moment. Vous imaginez que nous avons fait des mesures, que nous avons filmé, et qu'un architecte qui veut consulter cette grille d'évaluation a toute possibilité de le faire sur internet. On leur

demande « qui êtes-vous », puis de situer les conditions climatiques de la journée, qui influent sur l'ouverture des fenêtres.

On situe l'activité : « dans un couloir, au collège de la Justice, à 10 h 20 ». On a ainsi des informations sur une situation particulière dans un collège.

Accueil

un professeur  
 un membre du personnel administratif  
 un membre du personnel de service

**Conditions climatiques**

Quel temps fait-il ? ☺

journée dégelée  
 journée couverte  
 journée pluvieuse

Quelle température fait-il ? ☺

journée chaude  
 journée froide

Commencer le questionnaire

IUT  
UNIVERSITÉ  
de Cergy-Pontoise

Nous avons effectué des mesures qui peuvent être connectées à cette grille d'évaluation. Par exemple, on veut travailler sur la salle de cours n° 8 du collège des Touleuses : on se rend compte alors que cette salle de classe ne passerait pas du tout dans la réglementation actuelle. Par exemple encore, on a mesuré un bruit de fond lorsque la classe est en activité, quand le professeur parle : on a un LAeq de 63 dBA ; mais dans cette même salle, quand les toilettes fonctionnent dans la salle juste à côté, on a 69 dBA. C'est dire que même quand le professeur parle, on entend les toilettes voisines. Vous imaginez donc que, s'il y a un contrôle, les élèves passent leur temps à entendre les toilettes.

De manière similaire, on a mesuré les bruits d'impact : on a 81 dBA, alors que la réglementation demanderait 67 dBA. On a fait glisser les chaises à l'étage au-dessus, et on voit que le niveau sonore est de 61 dBA, simplement avec un raclement de chaise, ce qui est à peu près le même niveau que lors d'un cours.

Dans les cantines, on a mesuré les temps de réverbération : certains sont bons, pas trop mauvais au niveau de la réglementation. Les enfants aiment bien, mais les enseignants disent que c'est insupportable. Dans la salle du collège Gérard Philippe, on voit que c'est très mauvais, il n'y a pas de graves, la salle est très acide.

Je ne peux enfin m'empêcher de vous faire écouter les trois sonneries du collège : la première, des Touleuses [sonnerie longue], de la Justice [sirène longue], et Gérard Philippe

[musique classique] : quinze fois par jour, pendant quatre ans... À la fin, ils ne peuvent plus entendre cette musique. Je termine là-dessus.

## **Point de vue des experts étrangers**

### **Henrik Karlsson**

J'aimerais vous communiquer quelques réflexions. Ma première réflexion est de dire que le rôle des enseignants et des pédagogues est extrêmement important. La première chose à faire est de regarder comment les enseignants voient les sons, et de les sensibiliser à l'ambiance sonore dans les établissements. Si vous demandez des budgets d'amélioration des conditions acoustiques, les politiques vont toujours vous demander : à quoi ça sert ? Quel va être le bénéfice ? Ma question concerne l'implication des économistes, du milieu politique. Ils ont besoin de comprendre quel sera le bénéfice pour pouvoir débloquer les budgets. J'aimerais vous donner des exemples d'expériences suédoises de l'effet du milieu sonore sur l'apprentissage.

On a mené des études sur les effets des bruits de fond, ou de la musique, des études sur les effets des sons sur les méthodes cognitives, sur l'impact du son sur les aptitudes intellectuelles. Les conclusions générales de ces recherches, c'est que les tâches cognitives à accomplir doivent être complexes, très gourmandes en ressources, pour évaluer l'impact du son. Si vous avez une tâche manuelle, le bruit ne va pas vous déranger. Mais si vous avez à travailler sur les langues, la philosophie, les mathématiques, quel que soit le type de son, il va vous déranger. Il n'y a aucune différence entre les groupes d'âge, qu'il s'agisse d'adultes ou d'enfants, ni de différence quant au type de bruit, des bruits extérieurs, des enfants qui parlent... Le cerveau va essayer d'interpréter ce son en premier lieu et ne va pas se concentrer sur la tâche. De nombreux adolescents disent qu'ils travaillent mieux quand il y a de la musique : on peut dire que ce n'est pas vrai. Ils sont peut-être plus contents, mais réaliser la tâche va leur prendre plus de temps. Voilà un argument important pour débloquer un budget...

Une étude menée en Allemagne, dans une école proche de l'aéroport de Munich, arrive aux mêmes conclusions. L'étude a été faite avant, et après, le déplacement de l'aéroport : là encore les conclusions sont que le bruit a un impact très fort sur les situations pédagogiques.

### **Pauline Minevich**

Je voudrais faire un commentaire en écho à ce que Henrik Karlsson vient de dire. On l'a vu, il est difficile d'avoir accès aux écoles, où il est important d'avoir de bons niveaux sonores qui conditionnent les jeunes enfants qui grandissent. Ils auront une meilleure appréciation de

leur environnement sonore et acoustique. S'ils grandissent dans le bruit, ils seront plus tolérants au bruit. Il est donc important de les habituer à de bons niveaux sonores. Des études acoustiques ont montré que l'impact du bruit était extrêmement important. Quand, dans l'étude sur les collèges, on regarde les réponses des adultes, on voit que leur sensibilité au bruit n'est pas toujours très importante : on pourrait peut-être améliorer les questionnaires pour avoir de meilleures réponses ?

### **Jian Kang**

Tout d'abord, je voudrais vous parler de la situation au Royaume-Uni : comme vous le savez déjà, nous avons adopté l'année dernière de nouvelles normes pour les établissements scolaires. Pour la conception des établissements scolaires, nous devons maintenant respecter ces normes d'isolation des murs, des couloirs, etc. Bien que les normes soient très strictes sur le plan de l'acoustique, elles le sont moins sur le plan de la perception. Des équipes, à Londres, ont comparé les établissements scolaires en fonction de leur situation géographique, mais pas en fonction des élèves. Le mois prochain aura lieu notre conférence annuelle, avec une réunion spécifique aux établissements scolaires.

En ce qui concerne les deux projets présentés, je pense que ce sont des projets novateurs. Pour les écoles maternelles, c'est bien de travailler avec les enseignants, les instituteurs, et de regarder les modifications en termes de comportement des enfants au sein des écoles quand on change leur environnement sonore. En ce qui concerne les collèges, j'ai bien aimé la manière dont les adolescents se sont exprimés par rapport à leur environnement sonore. Les deux approches sont différentes et apportent une valeur ajoutée pour notre domaine de recherche.

J'avais des questions. En ce qui concerne la première étude, quelle a été l'échelle de temps de réverbération ? Quand vous avez fait votre modification entre les deux phases, est-ce que vous avez étudié l'échelle de changement sur laquelle vous vouliez travailler ? Il y a parfois des temps de réverbération très longs, et d'autres très courts. J'ai remarqué que les différences de comportement des enfants étaient très grandes, mais si vous comparez toutes les écoles dans leur ensemble, j'imagine que vous allez avoir des niveaux de son et des temps de réverbération plus larges. Avez-vous étudié cela en fonction du changement de comportement des enfants ?

En ce qui concerne les collèges, j'ai une question rapide : avez-vous donné des instructions pour les dessins effectués par les enfants ? Leur avez-vous demandé quelque chose de spécifique ou était-ce un exercice de dessin libre ?

Une dernière question pour les deux projets : si on combinait les résultats de vos deux recherches, je pense que ce serait intéressant de voir tous les aspects techniques qui en découlent.

### **Catherine Semidor**

Effectivement, pour certaines écoles la différence de temps de réverbération ne semble pas importante, car on partait d'une durée de réverbération normale. Notre objectif était de travailler à 50 % d'aire d'absorption supplémentaire. Ce qui nous intéressait, c'était la modification de durée de réverbération, la perception de cette modification. À aucun moment il n'y a eu d'augmentation du temps de réverbération.

En réponse à Henrik Karlsson et Pauline Minevich, je voudrais souligner qu'il faudrait faire comprendre à ceux qui déterminent les financements que l'environnement sonore n'a pas seulement un effet sur les capacités d'apprentissage, mais que c'est un problème culturel général. Si on donne l'habitude d'être dans un environnement sonore agréable, on ouvre d'autres façons de communiquer, et pas seulement d'apprendre. C'est très important d'apprendre, mais l'objectif est d'arriver à la qualité, et donc, normalement, on doit supprimer la gêne. L'objectif est de donner des lieux aux enfants où ils puissent s'épanouir.

### **Catherine Lavandier**

J'ai noté deux points à discuter : les linguistes, en ce qui concerne le langage sur les sons, ont repéré une catégorie de vocabulaire qui parle des sons des objets et une autre qui parle des bruits des objets. Il s'avère que plus on est distant du bruit, plus on est capable de ne pas être stressé par lui, plus on est capable de parler des sons. Cette capacité dépend vraiment de l'histoire personnelle. Si on est dans un environnement bruyant toute la journée, on est pris par le bruit et incapable de prendre de la distance. Alors, on ne parle que de bruit, on ne parle pas de son. Si on est moins concerné par cet environnement sonore, on peut l'écouter, et à ce moment-là des termes liés aux sons, à la qualité sonore – « c'est plus aigu, c'est plus doux » – apparaissent. L'éducation, là, joue un rôle. On arrive à faire écouter aux enfants les sons qui les entourent, parce qu'ils ont encore peu d'histoire.

Quant à la diffusion de la grille d'évaluation, elle se trouve sur internet et peut être ouverte au public. Peu de personnes, seulement deux cent soixante-treize, ont répondu au questionnaire, mais cela nous a permis d'avancer, et on espère ouvrir ce questionnaire afin d'avoir une enquête plus importante.

Pour répondre à la question sur les dessins : on n'a donné aucune instruction. On a simplement demandé aux élèves de représenter par un ou plusieurs dessins leur environnement sonore, et c'est tout.

## **Towards a multidisciplinary understanding and handling of the human sound environment**

**Henrik Karlsson, musicologue, université de Lund, Suède**

Imaginez le paysage français à l'automne 1898, Valéry et Mallarmé se promènent dans la campagne et passent à côté de champs de blé. Valéry, qui ne connaît rien à l'agriculture, demande à Mallarmé ce que c'est. Mallarmé répond : « C'est du blé, mon cher ! » Un moment plus tard, avec un peu de réflexion, il dit : « Ce sont les premiers symboles de l'automne ». Ensuite, il s'agit d'une rencontre à l'OMS. Un Français dit que, à part les grandes catastrophes naturelles, l'humanité sera capable de répondre aux menaces de l'avenir, à deux exceptions près, deux phénomènes qui ne pourront pas être contrôlés par l'homme : les allergies et le bruit – qui tous les deux ont trait au bien-être. Nous avons vu une énorme évolution de notre paysage sonore au cours des années, mais combien d'entre vous ont eu l'impression des diverses sonorités, lorsque le vent passe sur un champ de maïs, par exemple ? Comment savoir quelles sont les différentes empreintes sonores de chaque grain de maïs, comme le disait Mallarmé ? Notre paysage sonore a beaucoup évolué au cours des dix dernières années, et je suis heureux de voir que plus on avance, plus on s'en préoccupe. Mais la législation avance doucement et n'arrive pas à rattraper la course des innovations techniques en matière de son. On peut parler d'une spirale sonore liée à une augmentation des niveaux sonores dans nos sociétés, une augmentation de 0,5 à 1 décibel par an environ. On sait que les niveaux sonores autour de nous augmentent d'année en année. Cela veut dire que pour se faire entendre, il faut élever la voix, et c'est bien entendu le cas dans les écoles maternelles. Les instituteurs et les enfants éprouvent des problèmes en ce qui concerne leur voix. Je ne travaille pas dans l'architecture, je suis issu de la musicologie, et j'aurais voulu vous dire ma vision des choses.

Je voudrais parler des obstacles qui rendent difficile le travail sur le paysage sonore. Nous devons développer des stratégies et trouver des alliés pour surmonter ces obstacles. Pour vous en citer quelques-uns : les obstacles politique, bureaucratique, académique, économique et éducatif. Ce sont de véritables ennemis pour nous aujourd'hui.

L'obstacle politique d'abord : le son n'est pas une priorité des politiques ou des personnes soucieuses de l'environnement, qu'il s'agisse des organisations comme Greenpeace par exemple, ou de niveaux plus politiques. Le bruit n'est pas encore considéré comme un problème de santé, il est conçu comme quelque chose de physique, d'acoustique, relatif à un niveau très local. Avec pour conséquence que ce n'est pas une priorité pour les partis politiques travaillant au niveau national. Peut-être au niveau local, mais pas au niveau national. Il y a aussi les collisions avec le système économique, j'y reviendrai.

En ce qui concerne l'obstacle bureaucratique : la gestion, actuellement, est fondée sur une législation très fragmentée, instituée à un moment où le paysage acoustique était différent, où la technologie n'existait pas comme elle existe aujourd'hui. On n'a pas de vision holistique permettant de gérer l'environnement acoustique. De nouveaux sons émergent, régulièrement, et quand ils émergent, nous créons un nouveau tiroir... En Suède nous avons plusieurs instituts responsables de la gestion de différents sons : tout est très catégorisé, donc les sons et les bruits ne peuvent pas être traités de la même manière que d'autres menaces situées localement.

Il existe aussi un obstacle académique : voilà longtemps que nous avons travaillé sur plusieurs phénomènes qui ont trait à l'environnement acoustique. Ces recherches ont abouti à des résultats appliqués à différents domaines. Mais bien entendu les résultats ne sont pas compatibles quand on passe d'un domaine à un autre. Par exemple la psychologie et l'ethnologie. Les recherches acoustiques doivent être fondées sur une plate-forme crédible et transversale. Nous devons plus nous consacrer à la théorie et à la méthode. Nous devons être prêts à nous opposer fermement aux disciplines déjà établies. En Suède, nous appelons cela le « marasme des disciplines ». Quand nous avons des budgets de recherche, les différentes disciplines ont tendance à fragmenter les recherches. L'approche pluridisciplinaire doit être favorisée. Avant de lancer des projets individuels, nous devons nous mettre d'accord avec nos collègues, pour définir les projets de recherche nécessaires, et nous mettre d'accord sur des méthodes pratiques pour éviter d'avoir des modèles théoriques et utopiques. Nous n'en sommes pas là, mais nous devons veiller à ne pas nous concentrer sur des domaines comme la sémiotique ou la philosophie. Toutes les recherches doivent être distinctes de toute action politique, d'enseignement, d'éducation, etc.

Il existe également un obstacle économique : le son est toujours lié à un territoire. Tout problème de bruit amène à voir qui est en charge de tel ou tel territoire, et qui a les moyens de payer pour financer une étude ou un programme. Des intérêts économiques sont impliqués au niveau local comme au niveau national, et au niveau transnational à travers, par exemple, l'industrie du tourisme ou des transports. De plus en plus, la question acoustique est une question de puissance et d'argent, parce qu'il faut, en définitive, acheter le silence. Dans les grandes villes européennes, on voit que les banlieues sont habitées par les gens qui ont le moins d'argent, et c'est là qu'il y a le plus de bruit.

Je voudrais maintenant vous suggérer un modèle anthropocentrique qui pourrait servir d'alternative. L'environnement acoustique et sonore doit être lié à d'autres éléments vitaux, de manière à créer un environnement agréable. Il nous faut une atmosphère fraîche, sans pollution. L'eau, l'air, l'éclairage sont importants, et le son doit être ajouté comme élément vital de la vie quotidienne des individus. Dans un ouvrage intitulé « Atmosphère », un auteur

a développé un concept assez écologique selon lequel l'homme dans son environnement n'est pas une personne rationnelle : nous vivons au sein de la nature, avec la nature, et ce sont nos corps qui réagissent, pas nos cerveaux. On peut comparer cela à la définition de la santé par l'OMS : la santé est un bien-être physique, social, complet. Il faut prendre cette perspective pour véritablement intégrer le domaine sonore aux autres sens. L'environnement acoustique doit ne pas pouvoir être saboté par d'autres individus ou d'autres phénomènes. Il faut se placer dans la perspective de l'individu, pas dans la perspective économique locale, nationale ou internationale. C'est ainsi que nous pourrions préserver notre environnement acoustique. Cela implique que le modèle que je vous ai soumis soit respecté.

Parmi les obstacles que je vous ai cités, le dernier concerne l'éducation. En général, les acousticiens ne sont pas spécialement pédagogues, il faut donc sensibiliser les enseignants à l'acoustique. Nous avons besoin d'aide en ce qui concerne l'information, l'aide des journalistes, des pédagogues.

Tout cela aboutit à la définition d'un environnement sonore tel qu'il a été posé à l'université de Lund voici quelques semaines. Un centre de l'acoustique va être créé à l'université pour prendre en compte différents aspects de la vie quotidienne, y compris le son. Nous avons en Suède différentes universités, des centres de technologie, des instituts : ils vont travailler avec ce centre de l'acoustique.

J'aimerais vous parler de quelques autres caractéristiques sur lesquelles nous nous sommes penchés en Suède, dont le paysage sonore : nous avons en Suède beaucoup d'espace, beaucoup d'espaces calmes, et une population généralement assez calme. Nous avons essayé de travailler sur la culture du son. L'un de mes plus grands soucis, c'est de voir comment les intérêts privés occupent les espaces publics, à travers la musique et le son. Si on transforme une rue commerçante en véritable centre commercial, que va-t-il se passer ? Peut-on dans un centre commercial laisser les commerçants eux-mêmes décider de la musique qui va être diffusée ? Il en va de même pour les parcs de stationnement et d'autres lieux publics. Ceux qui ont visité la gare de Copenhague savent que la musique de Mozart est diffusée dans certains espaces. Les gens qui n'aiment pas Mozart ne sont pas obligés d'aller dans ces espaces. C'est la même chose sur certaines plates-formes à Bruxelles, ou dans certains parcs publics à Zurich, où l'on a décidé de mettre des haut-parleurs dans les arbres. Voilà des sons qui commencent à s'approprier certains espaces publics.

Enfin, un mot sur un programme sonore pour l'amélioration de la santé : il s'agit d'un programme important doté de deux millions d'euros de budget, avec pour objet principal d'optimiser les paysages sonores en termes d'urbanisme, et d'analyser l'effet des sons en

ce qui concerne la santé et le bien-être. Les résultats montrent que notre stratégie actuelle se concentre sur un seul et unique son en même temps. Il serait plus efficace de regarder les expériences individuelles des personnes immergées dans ces milieux sonores : cela voudrait dire que nous devrions développer des méthodes permettant aux individus de caractériser leurs expériences, il nous faudrait associer des méthodes qualitatives et quantitatives.

Nous sommes déjà quelques pays à aller dans la même direction, donc nous devrions arriver à des résultats...

### **Immersive soundscapes aesthetic and social explorations**

**Pauline Minevich, Chef du département de musique, université de Regina, Canada**

C'est intéressant de découvrir ces recherches. J'ai moi-même une formation de musicienne et de musicologue. Mes centres d'intérêt vont à la musique et à l'histoire de la musique au Canada, la musique pour clarinette, la musique contemporaine et les arts audio. Mes collègues de l'université de Regina ont réalisé un atelier de deux semaines sur le paysage sonore. Qu'est-ce qu'un paysage sonore ? La création des paysages sonores de grande échelle est une forme artistique qui a déjà trente ans d'histoire. C'est une forme pluridisciplinaire où l'on enregistre des sons dans divers environnements et où l'on fabrique des signatures absolument uniques diffusées ensuite dans des cubes : c'est comme si l'on était immergé dans des univers sonores. Le résultat peut être un document puissant qui va saisir l'esprit d'un environnement, et peut-être aussi une sorte de déclaration d'intention politique. Un compositeur canadien avait ainsi fait en 2000 une installation dans des villes fantômes en Colombie britannique. Il a fait découvrir ces sites abandonnés – des sites industriels – au visiteur contemporain, pour saisir l'esprit de ces fantômes qui planent encore au milieu des ruines, alors que la nature regagne du terrain. Le Canada est leader mondial en ce domaine. Le Canada est un pays colonial relativement jeune, mais confronté à des problèmes d'identité nationale depuis des siècles. Jusqu'aux années cinquante, il y avait surtout les identités des deux pays colonisateurs, l'Angleterre et la France. Dans la mesure où nous avons comme voisin une superpuissance qui n'est pas toujours très sympathique, nous avons connu le débat de savoir si nous étions américains ou si nous avions une identité plus positive. Le paysage sonore peut être pour nous une manière d'affirmer une identité canadienne propre. Les premiers paysages sonores ont été collectés dans l'environnement naturel, ou humain, du pays.

Vous pouvez vous connecter sur des sites internet pour en voir des illustrations :

<http://www.sfu.ca/~truax/wsp.html>,

<http://www.sfu.ca/~truax/bios.html>,

<http://www.sfu.ca/~westerka/>, <http://interact.uoregon.edu/medialit/wfae/home/index.html>.

Le mot « soundscape » a été créé à Vancouver. Ses créateurs sont Murray Schafer, que vous connaissez, Barry Truax et Hildegard Westerkamp. Ils ont créé non seulement un art du son, mais aussi une sorte d'écologie du son, ils ont aidé à fonder le Forum mondial pour l'écologie sonore, en 1993, qui rassemble des groupes et des individus dans le monde entier, qui travaille sur l'état des paysages sonores dans le monde. En 1996 des recommandations ont été écrites pour le secteur de l'éducation : vous voyez que les artistes sont en train d'aider à cette initiative de démarche écologique.

Certains problèmes ont été traités dans le cadre des paysages sonores : ces questions d'identité, d'imagination. On a parlé de l'identité nationale et de l'identité de sites particuliers comme les régions de l'Ouest, par exemple. Les paysages sonores évoquent souvent un endroit, un moment, qui posent souvent la question de savoir comment on utilise le monde naturel et ses ressources. Certaines questions d'identité personnelle peuvent aussi être explorées. Dans une région du Saskatchewan vit une population aborigène : on essaie de pousser cette population à fréquenter l'université, mais il est difficile de l'intéresser aux études musicales traditionnelles. Le paysage sonore n'a pas de connotation, et c'est peut-être un moyen d'attraction pour ces populations, ce qui nous intéresserait beaucoup. Le paysage sonore est peut-être aussi un moyen de redynamiser l'environnement, il peut être un moteur de changement, par exemple pour des endroits qui ont été abandonnés. À quoi s'ajoutent les développements de la technologie, les matériels et logiciels qui facilitent la création artistique, dans le son en particulier. À travers des événements publics, les paysages sonores encouragent l'éveil aux environnements sonores et à la notion d'écologie sonore.

Dans notre institut nous avons réuni cinq compositeurs et artistes pour travailler avec les nouvelles technologies disponibles dans notre studio et notre nouveau laboratoire : Steve Heimbecker, Peter Hatch, Linda Duvall, Barry Truax, Darren Copeland (<http://uregina.ca/Soundscape/>). Ces artistes travaillent avec des étudiants, des membres du corps enseignant des instituts d'art. Ils contribuent à des œuvres pluridisciplinaires qui représentent des philosophies et des approches de recherche différentes, avec des travaux d'immersion dans les paysages sonores, des travaux d'installation où les paysages sonores sont liés aux formes sculpturales. Peter Hatch adopte des modes de présentation traditionnels sur scène, Steve Heimbecker est réputé pour ses installations, il crée des paysages sonores dans des villes. Barry Truax est un pionnier dans les paysages sonores

environnementaux et vocaux, il a aussi travaillé sur la méthode multicanal d'enregistrement. Darren Copeland est le président de l'association canadienne de l'écologie du son. Dans ce studio, l'analyse et la créativité sont inséparables.

L'un des objectifs de notre atelier était de réfléchir sur la manière dont la puissance évocatrice symbolise les différents sons et donne un sens à la dimension imaginaire. Il pouvait s'agir du regroupement de sons désagréables de la vie citadine, le son des automobiles, par exemple. On a travaillé sur l'isolement en situation urbaine : des conducteurs isolés dans des boîtes en déplacement, réagissant les uns avec les autres. Souvent le klaxon est un peu stressant, il signale un danger. On a transformé ce symbole en un morceau de musique où les gens travaillaient ensemble avec leur klaxon. Ou alors ils se mêlaient à la population dans des centres commerciaux, mais de manière chorégraphiée : au lieu de hip-hop étaient diffusés des sons collectés dans une île proche de Toronto. On a ainsi créé un paysage sonore au sein d'un autre paysage sonore. Ces deux initiatives étaient très subversives, entre autres parce qu'on utilisait des cartes sons détournées de leur objet initial.

Au niveau local, mon département de musique a lancé un nouveau projet avec une association d'entreprises : nous avons joué des morceaux de musique de notre école dans des lieux inhabituels, et un CD va bientôt être publié. Des concerts ont été présentés. Par exemple, notre chorale s'est produite chez un concessionnaire automobile de Regina, dans un entrepôt. Un de nos musiciens fanatique de moto va monter un concert chez un concessionnaire de Harley-Davidson. À chaque fois on s'installe dans des sites industriels en développement pour essayer de détourner toutes les idées préconçues sur l'art.

On a également organisé les voyages sonores, un festival de musique électronique à partir de sons rassemblés, pour créer de nouvelles ambiances sonores en extérieur (<http://www.soundtravels.ca/soundtravels/signwaves.html#Memories>), ou l'Open Ears Festival, à Kitchener dans l'Ontario (<http://www.openears.ca/>), dans des bars, des entrepôts, des églises. Le titre du festival parle de lui-même : « oreilles ouvertes ».

Vous voyez à travers cela une grande activité, au Canada, dans le domaine de la création artistique et de l'intégration de l'art dans l'écologie et l'environnement, une vision intégrative des dimensions artistiques.

## **Débat**

### **Salle**

Je voudrais revenir sur les deux interventions concernant les enfants : ne croyez-vous pas qu'il serait temps de travailler à la conception des bâtiments en partant de projets pédagogiques, donc en concertation avec les usagers, ce qui résoudrait nombre de

difficultés liées *in fine* à de mauvaises conceptions. On n'a peut-être pas besoin de longs couloirs, on n'a peut-être pas besoin de mettre les enfants à côté de pièces où l'on travaille.

### **Catherine Lavandier**

Oui, bien sûr, les acousticiens devraient être impliqués dès la conception, au moment du programme. Mais les choses ne se passent pas vraiment ainsi ! C'est aux maîtres d'ouvrage – les communes, les conseils généraux, les conseils régionaux – d'associer les acousticiens aux architectes. Il faut certes de la publicité pour diffuser les recherches auprès des décideurs.

### **Catherine Semidor**

C'est le leitmotiv de tous les enseignants en école d'architecture que de dire : quand vous serez dans l'équipe de maîtrise d'ouvrage, prenez conseil auprès de spécialistes pour les questions de confort, des rapports avec les usagers. Vous prêchez des convaincus. Le problème ne vient pas de nous, il vient de la maîtrise d'ouvrage, tant qu'elle ne sera pas convaincue – et il n'y a pas que les arguments de bon sens, il y a aussi les arguments économiques – de s'entourer des compétences voulues.

### **Anne Reyman**

Je voudrais revenir sur les interventions de Henrik Karlsson et de Pauline Minevich, et sur le colloque en général. Finalement, ce colloque a beaucoup de rapports avec les principes du développement durable, qui en France sont caractérisés par des aspects économiques, sociaux et environnementaux. Le son fait partie du confort, et le confort fait partie des grands critères environnementaux. Notre cabinet d'architecture travaille beaucoup sur le développement durable, et nous travaillons parfois comme experts auprès des collectivités locales. Le problème est un problème de globalité de la conception, ce qui rejoint ce que disait Henrik Karlsson : il faut sensibiliser les politiques, à grande échelle ou à petite échelle, l'administration, réunir tout le monde, très en amont, dès la pré-programmation, pour réfléchir aux éléments de confort en intégrant les aspects économiques et sociaux. À ce moment-là, on commence à pouvoir aborder les paysages sonores, la réflexion sur le son, sur l'acoustique, et aussi sur le plaisir, sur les cinq sens. Les premiers contacts que j'ai eus avec les collectivités locales sont tout à fait positifs.

La sensibilisation doit être faite auprès des maîtres d'ouvrage quels qu'ils soient, avant de faire le programme. Il faut les sensibiliser au fait de monter le programme avec des gens compétents. On peut alors trouver dans le programme l'exigence d'une réflexion sur l'acoustique et le son.

## **Salle**

Je suis éducateur à l'environnement urbain, et on s'intéresse à l'environnement sonore. Il y a beaucoup d'enseignements à tirer du colloque, dont un apport en termes de méthode pour créer des supports pédagogiques. Les architectes sont là pour proposer des espaces de qualité aux usagers, et les éducateurs sont là pour prendre un peu de recul, pour mettre des mots. Vous faites des enquêtes sociologiques pour savoir quels sont ces espaces dépréciés, pour ensuite les améliorer, mais une autre problématique est d'aider les usagers à mieux comprendre comment fonctionnent ces espaces, pour en parler différemment et les apprécier différemment. J'aimerais bien en savoir plus sur les mots utilisés par les jeunes du collège.

## **Catherine Lavandier**

Je vais vous renvoyer vers le rapport d'étude, qui comprend des tableaux des mots cités par les élèves. Ils ont très peu de vocabulaire, et les mots « fort », « bruyant », « calme », reviennent. Et cela parce qu'ils se placent en termes de bruit. Quand on écoute un environnement et qu'on se place en termes de sons, alors on peut utiliser le vocabulaire très riche de la musique, de la voix ; dès qu'on se place en termes de bruit, on dit : c'est le bruit de... Et on ne décrit pas. Par exemple, je mène une autre étude sur les bruits d'avions : si on demande aux riverains d'aéroports de décrire des bruits d'avion, au moment du passage d'un avion, ils disent : « C'est l'avion ». Ils sont incapables de décrire, alors que si vous les placez en dehors du contexte, quand ils sont sortis de leur stress, de la vie sous le bruit qu'ils subissent, vous les faites venir en laboratoire, vous leur faites écouter le son d'un avion qui passe, alors ils ont du vocabulaire pour le décrire.

C'est difficile d'éduquer des enfants, leur personnalité joue beaucoup : sont-ils capables de se distancier par rapport à leur environnement, d'écouter et d'y mettre des mots, ou est-ce qu'ils en sont incapables parce qu'ils le subissent ?

## **Jean-Claude Loncke**

À Savigny-le-Temple, en Seine-et-Marne, sur l'initiative de l'UNAF, il avait été demandé aux enfants des écoles de faire des dessins sur le bruit. On a été surpris – à ce moment-là on travaillait beaucoup sur l'aménagement de l'espace aérien en Île-de-France – de voir beaucoup d'avions. L'expérience de Savigny-le-Temple a mené à l'établissement d'un plan communal de lutte, sur trois ans, contre le bruit.

## **Didier Blanchard**

Je suis designer sonore et acousticien. Je me suis beaucoup posé la question depuis hier sur peu d'applications abouties, après une telle prise de conscience. Je tiens à rappeler un

fait : à chaque fois qu'on construit une école, ou une salle de concert, on commence d'abord par une annonce d'appel d'offres. On demande toujours un architecte, bien sûr, il presque toujours un thermicien, ainsi qu'un BET structures, mais à moins de 20 % un acousticien, même pour les salles de concerts. Les acousticiens et ceux qui travaillent sur le sujet sont totalement tributaires de la commande, et à partir du moment où une salle de concert ou un collège ont été faits, on considère qu'il y a eu un travail acoustique. Il faut savoir que ce travail est fait, mais pas par des acousticiens.

J'aurais ensuite une question à Pauline Minevich : est-ce que vous travaillez avec les artistes autres que Canadiens, avec les Allemands, qui ont aussi une identité forte là-dessus, ou les Italiens ?

### **Pauline Minevich**

Je n'ai pas eu beaucoup de contacts avec les Allemands, mais je crois savoir que mes collègues ont travaillé avec eux. Pour ma part, je ne travaille qu'avec des Canadiens.

### **Salle**

Je suis aussi suédois, et je travaille sur l'acoustique dans les écoles. Lorsque vous voulez améliorer une salle, selon les techniques, vous aurez deux à trois décibels de réduction. Mais de nombreuses études montrent que l'on obtient d'autres avantages : les gens ont tendance à être plus calmes quand vous les mettez dans un environnement calme. Est-ce que vous l'avez observé dans votre recherche ?

### **Catherine Semidor**

Justement, nous avons été étonnés de ne pas noter de différence en quantité de bruit, on a surtout eu l'impression d'une compensation. Mais c'est vrai qu'il faudrait consulter toute l'étude pour voir quels effets a eu la modification, école par école. Les adultes semblaient plus gênés par un certain nombre de bruits ; comme la réverbération était plus basse, des petits bruits apparaissaient tout à coup, on avait un problème de masquage et d'émergence qui attiraient l'attention en donnant plus de signification à des bruits auparavant noyés dans la masse, en particulier dans les écoles où les durées de réverbération étaient importantes au départ.

### **Henrik Karlsson**

Je ne suis pas très étonné... Peut-être pourrait-on donner aux élèves un micro, un magnétophone, et leur demander d'enregistrer les sons qui leur sont familiers. Ils reviennent ensuite en classe avec les sons, et ils peuvent peut-être en parler plus facilement. Ce serait bien de trouver de nouvelles méthodes pour travailler sur les sons avec les enfants.

### **Dominique Theile, Chercheur conseil en sociotechnique**

J'aimerais des précisions sur les protocoles d'approche sociologique. Catherine Lavandier a montré comment les enfants répondent par des dessins. Quel protocole a été adopté ? Et sur les maternelles : il y avait des caméras et une personne à côté, je suppose que ça perturbait les enfants. Ne pourrait-on reproduire l'expérience en utilisant des *webcams* plus faciles à camoufler ?

### **Catherine Lavandier**

On n'a eu aucune difficulté. Le protocole était très simple : le professeur entrait dans sa classe, avec un des chercheurs – les enfants n'étant pas prévenus – et nous présentait comme chercheurs de l'université. Il nous laissait la parole immédiatement. Pour ne pas avoir de biais dans les différentes classes, nous donnions tout de suite la requête aux enfants. Leurs questions étaient « est-ce que je peux dessiner au feutre ou au crayon », ou « quelle est la taille du papier », mais il n'y avait aucun problème pour leur expression.

### **Catherine Semidor**

Quant à l'impact de la présence des personnes et des caméras dans la salle de classe : nous sommes allés dans les classes plusieurs fois, les maîtresses nous ont présentés, les enfants étaient habitués à nous. Nous étions des adultes en plus dans la classe, sans que cela ne modifie en quoi que ce soit leur comportement. On travaillait sur l'enregistrement vidéo pris au milieu de l'activité, pas au début où ils pouvaient, éventuellement, être intrigués par la caméra, et pas à la fin, où ils pouvaient penser à ce qui allait se passer après.

### **Salle**

Vous cherchiez un maître d'ouvrage, le voilà ! Je me suis occupé pendant quinze ans de la construction de lycées en Alsace, et je pense qu'il y a deux points fondamentaux, au stade du programme d'une part, et au niveau de la compétence du maître d'ouvrage d'autre part. J'ai vu des choses assez effarantes au cours de ma carrière, et je continue à en voir. J'ai du mal à comprendre que les pouvoirs publics ne se saisissent pas de ces deux aspects de la question. À partir du moment où on part avec un programme bâclé, avec un maître d'ouvrage pratiquement sans moyens, comment voulez-vous que le reste soit bon ? Mais je n'ai pas l'impression que les choses bougent beaucoup.

### **Salle**

Je reviens à la question relative à la diminution du niveau sonore due à la technique, et due au comportement. Il me semble que les conclusions ne seraient pas tout à fait les mêmes dans les collèges de Catherine Lavandier et dans les écoles maternelles de Catherine

Semidor, parce que l'organisation d'une classe n'est pas du tout la même. On constate le phénomène dans les cantines, les restaurants scolaires : si vous faites une correction acoustique de manière à diminuer la réverbération, vous avez l'effet diminution sonore due à la diminution de réverbération, et un effet comportemental qui fait qu'on gagne quelques petits décibels de plus. C'est ce que l'on constate très souvent.

### **Gilles Régnier, cebtp, professeur au cnam et à l'université de Paris-VI**

J'aimerais savoir si, dans le cadre de toutes les études qui ont été menées, a été regardée l'influence de la séparation des espaces, de la réalisation de petites cloisons, sur le niveau sonore.

### **Catherine Lavandier**

On a testé ce qui existait, on n'a pas proposé de nouveaux dispositifs.

### **Catherine Semidor**

Nous non plus, nous n'avons pas fait de modification importante, à part l'apport des cubes et de quelques paravents acoustiques : pour des raisons de sécurité, les enseignants doivent avoir en permanence les petits sous les yeux. Il n'est donc pas question de rajouter des éléments qui soit les empêchent de circuler, soit les empêchent d'intervenir rapidement, soit encore les empêchent de voir. C'est très difficile, hors cadre officiel, hors la commande du maître d'ouvrage, d'envisager une modification quelconque des espaces dans les écoles.

### **Pascal Ozouf, PPB Placo**

On parle souvent d'exigences de moyens, et ça me fait peur. On parle en effet d'aires d'absorption équivalentes supplémentaires, on ne parle pas forcément de qualité ou d'environnement. Si, dans les équipes, les acousticiens et les industriels étaient un peu plus impliqués, si on ne parlait pas seulement de la quantité de matériaux à poser mais du type de qualité, on arriverait à des choses qualitativement plus intéressantes, notamment en termes d'homogénéité des champs acoustiques.

### **Catherine Semidor**

Vous avez devant vous quelqu'un qui milite pour la qualité depuis des années, ne venez pas me faire un procès là-dessus. Il faut voir qu'on travaille dans le cadre d'une recherche, avec pour objectif de voir la modification de comportement des enfants. La seule modification facile à mettre en œuvre dans les salles de classe, c'était l'apport de matériaux absorbants, et, de plus, pas n'importe lesquels.

### **Claire Beaussart**

J'aimerais qu'on retienne la réflexion de Henrik Karlsson : l'homme n'est pas rationnel à l'égard de l'environnement, ce n'est pas le cerveau qui réagit, mais c'est le corps. Et je vais me faire un petit plaisir : hier, j'ai entendu qu'on ne pouvait pas dissocier la nuisance du plaisir et Pauline Minevich a remarqué aujourd'hui que la sonnerie dans un collège liait une nuisance au plaisir, parce que libératrice.

### **Catherine Lavandier**

La dernière sonnerie, dans un collège, tous les élèves l'adorent... Quand les cours se terminent, on adore la sonnerie quelle qu'elle soit.

## **ATELIER 3**

### **Les espaces sonores urbains, espace public et espace de transition**

#### **Des ambiances sonores de la ville à la pratique du projet architectural : reconnaissance sonore en situation d'immersion**

**Philippe Woloszyn, CERMA UMR CNRS 1563**

Les travaux de Philippe Woloszyn, absent, sont présentés par Jean-Yves Toussaint.

#### **Jean-Yves Toussaint**

En l'absence de Philippe Woloszyn, je vais essayer de présenter son travail. Ensuite Didier Blanchard nous présentera son travail sur le parking Saint-Georges, à Lyon. Après quoi nous aurons l'intervention des quatre experts internationaux, et nous entendrons Volkan Aytar. Nous aurons enfin un débat rapide avant de passer à la table ronde.

Si j'ai bien compris, le travail de Philippe Woloszyn porte pour l'essentiel sur la simulation des ambiances sonores. Travail qui part de la critique des modèles prédictifs. La plupart des travaux en matière d'architecture et d'ambiance sonore s'orientent vers la construction de modèles numériques prédictifs, qui fournissent des paramètres relatifs à l'environnement. Il montre que ces paramètres se prêtent beaucoup plus facilement que les autres à la mesure et à la traduction numérique. Sa critique porte sur la faiblesse de ces modèles, faiblesse qui tient à la difficulté à intégrer la dimension de l'usage. La plupart des modèles prédictifs sur les comportements dans l'espace face au son ne peuvent prendre en compte les phénomènes de réception, à partir desquels justement les publics destinataires jugent, eux, la qualité sonore d'un lieu.

Philippe Woloszyn s'appuie sur des recherches qui partent de l'usage pour dire que la réception d'un son est toujours située – en cela il rejoint les travaux menés par le CRESSON et le GRECO. La signification d'un son et, par conséquent, le jugement sur la qualité sonore d'un lieu, dépend du contexte spatial et surtout de l'activité dans laquelle le son s'inscrit pour le récepteur.

Pour dépasser cette difficulté, Philippe Woloszyn propose d'utiliser des outils de la réalité virtuelle, c'est-à-dire d'utiliser des modèles numériques, mais comme autant de simulateurs d'ambiance. Cette méthode repose sur l'hypothèse que la simulation permet de réactiver les processus de jugement sur la qualité sonore d'un lieu. Il s'agit de produire, à partir des outils de la réalité virtuelle, une véritable immersion sonore des sujets. Autrement dit, pour simuler

une architecture, les concepteurs, les maîtres d'ouvrage, les usagers futurs, pourraient être immergés dans l'ambiance sonore simulée. Tout le processus de la recherche a consisté à vérifier les conditions de possibilité de cette simulation : comment produire une ambiance sonore décontextualisée, c'est-à-dire à partir de machines, mais écologiquement valide, réaliste, fournissant un référent d'ambiance crédible non pour l'émetteur, mais pour le récepteur.

La simulation sonore s'appuie sur l'enregistrement d'ambiances sonores et, dans le cadre de cette recherche, sur une série de lectures de textes dans le hall de la Maison radieuse à Rezé-Lès-Nantes. Ce qui a mis en évidence la possibilité d'un tel appareillage méthodologique. Les expériences ont montré que le comportement d'un objet sonore au sein de l'univers perceptible peut être corrélé à des procédures raisonnées de captation et de traitement physique de l'information sonore.

Il reste à régler la captation d'ambiances complexes impliquant des dispositifs spatiaux et matériels plus compliqués, des temporalités plus grandes que la lecture d'un texte dans le hall d'un immeuble.

C'est ce que je peux dire, malheureusement un peu rapidement et trop synthétiquement, de manière un peu abstraite, sur un travail intéressant.

### **Catherine Lavandier**

Philippe Woloszyn a testé un système d'enregistrement ambisonique, et l'idée du CERMA était de monter une plate-forme de simulation permettant de reproduire au mieux une ambiance sonore. D'autres laboratoires ont aussi testé cette reproduction ambisonique. S'il est vrai que ce système permet de reproduire l'immersion, l'impression d'enveloppement, il reste qu'il a quelques limites au point de vue de la localisation. D'autres recherches ont montré que, en ce qui concerne la localisation, le système stéréo classique est plus performant. Pour une plate-forme de reproduction d'ambiance sonore, la recherche va plutôt vers un bruit de fond, qui est un bruit qui enveloppe la personne – et peut-être par un système ambisonique, mais il faudrait sans doute un autre système pour reproduire des sons dont on a besoin de localiser la source.

### **Le parking Saint-Georges à Lyon, expérimentation d'aménagement sonore**

#### **Didier Blanchard, Designer sonore, Synesthésie acoustique**

Tout d'abord, je tiens à préciser que cette recherche s'applique dans la réalité, en partenariat avec Lyon Parc Auto, gestionnaire de parcs automobiles à Lyon. Le but est de faire des propositions qui puissent être appliquées au parc Saint-Georges, mais aussi à

l'ensemble des parcs existants et en construction. Chaque proposition que l'on peut faire dans un cadre de recherche est écoutée d'un point de vue économique et d'un point de vue social. On s'attend à un retour de l'avis des publics.

Les parcs de stationnement à Lyon constituent un véritable laboratoire d'architecture des espaces publics. Lyon Parc Auto vise des objectifs de confort, d'humanisation à travers l'*in situ* et la rencontre du grand public avec l'art contemporain. Des travaux ont déjà été réalisés en ce qui concerne la lumière, la signalétique, l'architecture, le design et l'olfactif, ainsi que l'intégration d'œuvres d'art, avec des artistes contemporains assez remarquables. On est dans une logique de maîtrise d'ouvrage soucieuse du confort, démontrée depuis quinze ans. Désormais on s'attaque au sonore, avec Synesthésie et Gilles Grand.

Les parcs de stationnement sont des espaces de transition, entre l'espace extérieur, la rue, et l'espace intérieur, le parking, souvent au niveau souterrain, et entre un espace intérieur privé, la voiture, et un autre espace privé, le parc automobile. Ils sont accessibles à toute heure et tous les jours de l'année. La personne va passer par différentes ambiances sonores de manière marquée, notamment de l'autoradio au parc.

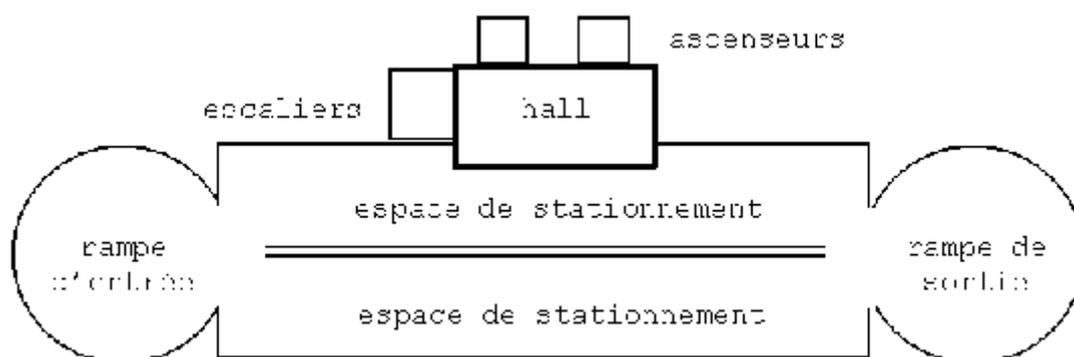
Dans ce type de programme où chaque parc fait environ vingt mille mètres carrés, dix euros de surplus au mètre carré occasionnent un surcoût à l'arrivée de deux cent mille euros pour chacun des parcs. Cette contrainte économique oblige à remettre en jeu constamment le bien fondé de chaque proposition.

Nous avons examiné l'intérêt de traiter l'ensemble des parcs de la même manière, sans établir une proposition différente pour les parcs neufs et les parcs existants. Cette contrainte, instituée à notre propre initiative, implique le choix de systèmes techniques applicables aussi bien à la rénovation qu'à la construction.

Notre premier travail a consisté à mettre le maître d'ouvrage de notre côté. Dans ce type de démarche, quand on considère l'enjeu économique, il faut absolument que le maître d'ouvrage soit avec nous. Notre travail a débuté par un enregistrement audio des parcs que nous avons fait écouter dans les bureaux de la Direction de Lyon Parc Auto. On n'a pas fait de maquette prévisionnelle, on a pris un enregistreur tout simple. Le but de cet exposé étant de mettre en avant les moyens pour intégrer la dimension sonore dans l'acte de construire, nous recommandons fortement à tout intervenant dans l'acoustique de travailler avec des enregistrements audio ou des supports sonores rendant sensibles et compréhensibles des données qui paraissent souvent complexes et abstraites. En bref, ne pas se limiter à un jargon rempli de calculs toujours trop logarithmiques. Quand vous avez devant vous un responsable de parking, un responsable de collège, faire entendre ce que l'on aimerait générer, même de manière sensible, sans réalité scientifique, est important. Une minute de

bruit existant sorti de son contexte a valu davantage que tout discours et que toute mesure acoustique. On a commencé bien entendu par faire une analyse des parcs existants, on a calculé des temps de réverbération, on a fait un gros dossier, on l'a mis sur la table. Le directeur nous regardait très gentiment, il nous recevait. Il s'attendait à voir un ingénieur et il était manifestement pressé. À partir du moment où on lui a fait écouter le CD, tout a changé, et la question a été : « D'accord, mais comment fait-on, maintenant ? » La prise de conscience a été immédiate, et s'est finalisée par une demande, dont l'expression l'apparentait en tout point à un besoin : « Comment modifier cette réalité et concevoir une véritable mise en jeu sonore pour les parcs de stationnement ? »

Dans un parc de stationnement, il y a en général quatre zones structurantes : les halls, les ascenseurs, les espaces de stationnement et les rampes de circulation.



Il faut prendre en compte la situation de l'utilisateur : l'espace est, pour l'utilisateur, occupé à 70 % par sa voiture. Il faut le prendre en compte dans les éléments que l'on va mettre en avant. L'analyse de l'existant, en 2001, a permis de définir les origines des nuisances sonores, par ordre décroissant d'importance :

- Le bruit des ventilateurs était de 90 dB (A) à 1 mètre – je rappelle qu'à 85 dB, dans l'industrie, il faut mettre des oreillettes – avec Radio Classique qui diffuse à 60 dB. Il est actuellement de 70 dB (A) à 1 mètre ;
- Le bruit résiduel était de 65 dB (A), il se situe maintenant à 58 dB (A) ;
- Le faible niveau d'isolation entre étages : il était de 38 dB (A) ; il est toujours le même, on n'a pas pu intervenir sur l'épaisseur des dalles ;
- Le bruit de crissement des pneus : l'interaction entre le pneu et la peinture de sol crée une décompression d'air qui provoque des crissements importants. Les pneus créaient des

émergences supérieures à 20 dB (A), que l'on a pu réduire de 12 dB (A) grâce à un adjuvant de peinture de sol ;

- Le temps de réverbération n'a pas changé au niveau des rampes de circulation, il a été modifié au niveau des halls et des ascenseurs, par de la laine minérale en plafond pour les halls ;

- Le bruit des dalles de sol en béton dû aux passages des voitures : les dalles ne sont pas toujours bien jointoyées, dans les parcs anciens. Les dalles créaient des émergences supérieures à 10 dB (A), ce bruit parasite n'existe plus dans les nouveaux parcs ;

- Le bruit dû aux passages des voitures sur les grilles de canalisations, qui était le premier motif de plainte des voisins, et avoisinait les 85 dB, a été éliminé.

Pour nous, il y a trois approches dans un parc : l'enveloppe, l'acoustique architecturale, la sonorisation, qui génère des événements, et la source : que va-t-on diffuser dans le parc ? On est passé de l'acoustique de l'enveloppe, qui intègre aussi les bruits d'équipement, à la sonorisation. L'ensemble des parcs ne diffuse pas de la musique amplifiée, et quand elle est diffusée, c'est seulement Radio classique. La qualité du matériel n'est pas égale pour chaque parc ; la logique qui prévaut est d'offrir une qualité minimum pour chaque prestation, sauf pour la dimension sonore. Le système de sonorisation n'intègre pas d'égaliseur permettant de régler la qualité sonore, pas d'émetteur pour diffuser un message sonore préenregistré d'alerte feu, pas de signal sonore préenregistré permettant de diffuser une annonce ; les sources sonores intègrent toujours un tuner (radio) avec pour certains parcs un lecteur cassette analogique audio ; les enceintes se situent principalement dans les espaces de marquage pour stationnement, voire là où c'est le plus facile à accrocher.

Nous avons mené une enquête sociologique, réalisée par Monsieur Deleuil, sous la responsabilité scientifique de Monique Zimmermann de l'équipe Développement urbain de l'INSA, pour le parc République à Lyon. Le PUCA nous a fortement incités à la faire, et c'est très bien, car désormais on voit, pour chaque parc, tout l'intérêt de cette enquête et de ses nombreuses données. L'acousticien se limite parfois trop à son sonomètre...

Certaines questions relatives au son semblent particulièrement intéressantes : « Est-ce que vous pouvez citer trois sons que vous avez entendus dans le Parc ? », « le genre de musique vous convient-il ? », « le niveau sonore de la musique vous convient-il ? »

Les retours de ce questionnaire sont importants. Nous demandions une notation du parc sur une échelle de 10 : la note a été, en moyenne, de 7,2 pour le parc République. Cette note est directement liée à la qualité de toutes les autres données de confort, notamment visuelles. Les usagers trouvent l'ambiance sonore actuelle normale, voire conforme à ce qui existe habituellement. Aucun usager n'a utilisé les qualificatifs « inquiétant » ou « bruyant »,

malgré les 90 dBA. Ils sont 19 % à ne pouvoir citer aucun son, et seulement 66 % disent avoir entendu de la musique. Après la musique, les sons les plus perçus sont le crissement des pneus et le bruit des voitures, suivis du signal sonore de l'ascenseur et de tous les bruits de fonctionnement. Radio Classique convient à 72 % des usagers, les mécontents de Radio Classique préféreraient à 24 % quelque chose de plus moderne, à 21 % de plus entraînant et à 16 % de plus jazz. Le niveau sonore convient à 90 % des usagers ayant perçu la musique.

La différence homme/femme ne semble pas marquée. Seulement 4,5 % des étudiants n'ont pu citer trois sons, mais 44 % des retraités n'ont pas été à même de citer trois sons. Les abonnés peuvent citer plus facilement trois sons que les non abonnés, et ce sont les abonnés et les chefs d'entreprise qui ont le plus cité le mot « musique » en première position, tandis que les employés et ouvriers l'ont le moins cité. Radio classique convient à 80,9 % des Lyonnais contre 68,2 % des non Lyonnais.

La première prescription d'une démarche qualité d'ensemble est d'apporter plus de confort aux usagers. Le passage obligé dans tout projet de conception sonore est donc d'atténuer au maximum les bruits parasites : on travaille d'abord sur le bruit comme gêne. Il faut offrir une qualité d'écoute qui ne soit ni oppressante ni réverbérante. Il faut que chacun se sente bien et ne soit pas perturbé par un paysage sonore non maîtrisé et non souhaité.

La seconde prescription, c'est l'homogénéité. Elle vaut surtout quand un même exploitant gère plusieurs parcs et veut maintenir son image auprès des usagers. Chaque usager peut être amené à utiliser différents parcs, il est souhaitable qu'il retrouve à chaque fois la même qualité de confort et de service.

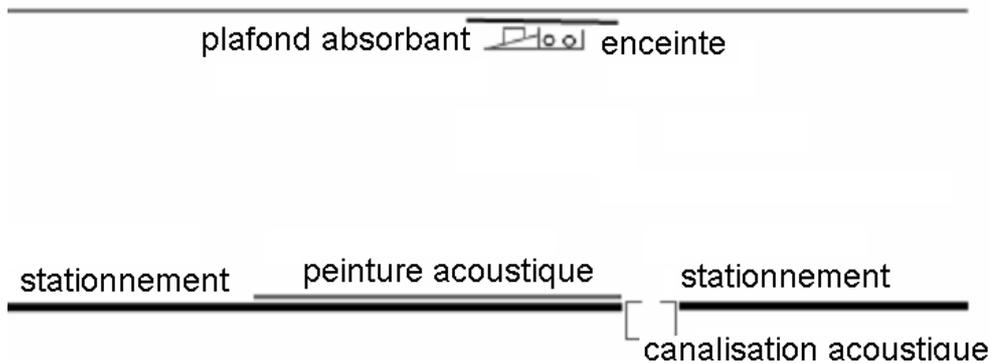
La troisième c'est la gestion du temps : la conception sonore peut et doit être l'occasion d'ouvrir, en relation avec l'espace architectural, une dimension proprement temporelle. Une architecture sonore doit se créer à partir d'une répartition de la qualité suivant les espaces et le déclenchement d'une variation selon des séquences de temps. À partir du moment où vous avez une architecture statique, vous allez pouvoir amener une dynamique, en créant des événements sonores dans le temps. C'est important parce que souvent, dans des collaborations avec des architectes, parler du temps permet de les sensibiliser à l'intégration de la dimension sonore dans leur projet.

Le quatrième et dernier point est la question de savoir s'il est opportun de diffuser une musique dans des espaces publics. Tout le monde semble dire, de manière consensuelle, « oui », mais cette question mérite toujours d'être posée.

On a alors défini une logique constructive permettant d'avoir une qualité acoustique minimum pour tout parc. Sont prévus le traitement par peinture de sol réduisant fortement le

bruit de crissement des pneus, le traitement absorbant en plafond pour avoir un temps de réverbération de 0,8 seconde en moyenne au niveau des axes de circulation, la mise en place de bac acier perforé avec laine minérale (les plafonds sont pour la majorité déjà en bac acier), le traitement acoustique de la ventilation pour qu'elle ne génère pas un niveau sonore supérieur à 70 dB à un mètre, des grilles de canalisations au sol non bruyantes lorsqu'une voiture roule dessus, des plafonds absorbants pour les ascenseurs et les halls.

Le schéma du traitement acoustique peut se présenter comme suit :



Pour la sonorisation, on a cherché un principe de sonorisation qui apporte une qualité minimum garantie, avec des zonages différents : on n'est pas obligé de diffuser la même chose partout.

Profitant des technologies actuelles qui facilitent l'organisation des matériaux sonores, Gilles Grand a créé un ensemble de sons de synthèse aux phrasés simples et variés dans le bas médium, dont les apparitions sont aléatoires et distantes (de quelques secondes à une minute). Ces « mobiles acoustiques » situés à proximité des halls se confrontent à Radio Classique dans les espaces de stationnement.

Les mobiles sonores répondent au cahier des charges suivant, pour que l'ambiance sonore ne soit pas lassante au bout de la troisième fois où l'on va chercher sa voiture : recomposition permanente ; matériaux sonores indépendants ; spectre fréquentiel dans les bas médiums et aigus ; intégration du silence dans la mesure d'un fond sonore comme Radio Classique ; très grande quantité de matériaux sonores ; sonorité non reconnaissable ; signal intégrant des dynamiques variables ; niveau sonore supérieur de 3 dB (A) au bruit résiduel.

Actuellement, pour ce qui est de la mise en jeu sonore, les travaux sont réalisés en grande partie, on a commencé à en faire l'expérience sur un parc existant. La partie technique est réalisée pour chaque nouveau parc (Lyon Parc Auto construit actuellement six parcs de

stationnement à Lyon), mais également lorsque les parcs sont rénovés. La partie matérielle de la sonorisation a été totalement intégrée au marché du parc Saint-Georges. Le parc Saint-Georges sera livré au public en juillet 2005, ce qui permettra de réaliser un second questionnaire pour savoir si un usager qui entre dans un parc de Lyon Parc Auto perçoit la présence d'un espace sonore élaboré comme il prend conscience de l'architecture, de la scénographie lumineuse, du design ou des œuvres visuelles. On a travaillé sur un autre parc, intermédiaire, le parc « Cité internationale » : on a pu amener la qualité au niveau de l'enveloppe, au niveau de la sonorisation, et un artiste est intervenu pour la diffusion permanente de la musique. L'enquête sociologique a été menée, et déjà on voit que le public, contre toute attente, considère que la musique répond tout à fait à ce que l'on peut attendre dans un parking.

### **Point de vue des experts étrangers**

#### **Pauline Minevich**

Le projet qui vient d'être présenté est intéressant, en termes d'architecture, d'ergonomie, de créativité, mais surtout en ce qui concerne l'intégration de la musique dans un parc de stationnement. J'ai particulièrement aimé l'approche pluridisciplinaire avec un compositeur faisant partie de l'équipe de conception.

Vous avez vraiment pris en compte le facteur humain, et ce que c'est que d'être dans un parking. J'aimerais parler du côté pratique de tout cela : il faut trouver la frontière entre les gens qui s'enfuient d'un parking parce qu'ils n'aiment pas les sons, et les gens qui les aiment tellement qu'ils y restent !

#### **Jian Kang**

Ce projet est en effet intéressant du point de vue des applications et de la pluridisciplinarité. J'ai deux questions : pourquoi avez-vous choisi un parc de stationnement, où les gens restent peu de temps, plutôt qu'un autre espace urbain ? Est-ce que vous avez pris en compte les séquences spatiales ? Dans un parking, comme vous l'avez dit, il y a beaucoup de transitions.

Le premier projet m'a également intéressé, pour ses rapports avec les recherches que nous menons. L'intégration des dimensions subjectives est utile, si l'on a aussi le côté objectif. Il est bien d'avoir des expériences, et par ailleurs de faire appel aux expériences virtuelles, de manière à pouvoir poser des questions aux gens. Je me souviens d'une faculté qui avait été conçue par un architecte très connu au Royaume-Uni, c'était un bâtiment très simple. Elle a reçu un prix d'architecture, mais il y avait un énorme problème d'acoustique : tout en bas se trouvait un petit bar, et tout en haut des salles de lecture, avec des espaces interconnectés.

Pour ces espaces-là, on ne demande jamais l'avis d'un acousticien, les architectes pensant pouvoir résoudre les problèmes eux-mêmes. Les étudiants se plaignaient beaucoup : les bruits du bar dérangent beaucoup dans la salle de lecture. L'université a fini par traîner les architectes en justice, pour leur faire reconnaître leur erreur et avoir réparation. C'est simplement un exemple de ce que l'on disait : dès les phases de conception les architectes doivent intégrer la dimension acoustique. Et disposer de logiciels de simulation n'est pas inutile.

### **Henrik Karlsson**

Désolé, je vais jouer le méchant, encore une fois. Je comprends l'ambition de toutes ces enquêtes, dont les données sont valides et importantes. Mais pourquoi un parc de stationnement où les gens restent peu ? Combien de temps met un individu à sortir de sa voiture, à se rendre aux ascenseurs et à sortir ? Même s'il y avait un café dans le parking, les gens n'y resteraient pas. Les résultats de vos enquêtes pourraient être utilisés pour d'autres sites, par exemple les centres commerciaux, les salles d'attente...

Vous avez exprimé des doutes quant à la musique, et je les partage. Je n'aimais pas du tout la musique diffusée dans la gare de Copenhague. Mais si vous avez de la musique dans un parking, il faut payer, soit la radio, soit le SACEM : est-ce que ça vaut le coup d'investir ce genre de budget ?

### **Volkan Aytar**

Je serai très bref : j'ai beaucoup apprécié ce travail, en particulier l'articulation avec la dimension subjective. J'ai une question cependant. Vous avez dit avoir effectué une étude acoustique en tenant compte des contraintes des objets architecturaux et de leur environnement socioculturel. Ce serait bien d'en parler de manière plus détaillée. Vous avez aussi dit que la méthodologie présentée pouvait être utilisée dans d'autres espaces publics : la méthode peut-elle être vraiment transposée, répliquée ? Il serait intéressant de transposer la méthode, par exemple dans les couloirs de métro, ou dans les centres commerciaux, où les gens restent plus longtemps.

### **Didier Blanchard**

On est dans un espace de transition, le temps est une donnée aussi importante que l'espace. On a chronométré chaque déplacement : le temps pour sortir d'une voiture, le temps de la voiture au hall, le temps d'attente de l'ascenseur, etc. On a calculé des temps moyens. C'est une donnée importante : chaque fois que l'on crée un événement sonore, il faut prendre en compte le temps de perception de cet environnement.

Pourquoi les parcs de stationnement ? Tout simplement parce que tout espace urbain est un espace de vie, qu'il soit souterrain ou pas, que l'on y reste longtemps ou seulement quelques minutes. Dans l'urbanisation des années soixante, l'erreur a bien été de considérer que les espaces où l'on ne restait pas longtemps pouvaient être mis de côté. Nous avons considéré que les espaces où l'on restait même une minute devaient rester des espaces liés à notre culture, ou du moins à une réalité humaine. Les questions ont toujours tourné autour du rapport entre le temps et les séquences spatiales. Il faut aussi savoir que, sur une journée, ce sont les émergences qui vont poser problème, même si elles durent peu. Un exemple connu dans l'industrie, c'est celui de la soufflette : l'ouvrier, à la fin de la journée, se nettoie en s'envoyant de l'air. Ces quelques secondes tous les jours font que justement, il a un problème réel d'audition. Il ne s'en aperçoit pas, c'est la fin de la journée, c'est libérateur, il redevient digne. Oui, mais c'est au détriment de ses oreilles. Je ne crois donc pas qu'il y ait des espaces où l'être humain n'est pas présent. C'est comme si on était dans des espaces où on n'a pas besoin d'être poli : pendant trente secondes dans la journée, on se fait insulter. Des espaces où on dit : à quoi bon ? Non, la poésie est partout. On a beaucoup parlé du rapport à la technique : quand on fait un acte créatif, qu'il soit architectural, pictural, sonore, lumineux, il intègre une donnée conceptuelle et une donnée technique. Donc, il n'y a pas de « musique pour... ».

## Débat

### Roger Perrin-Jacquet

Didier Blanchard a dit que ce temps mort dans un parking était aussi un temps poétique s'intégrant dans le reste de la vie. Je trouve qu'il faudrait être théoriquement plus précis, et l'appeler plutôt « temps civique ». C'est un moment civique dans la vie. Même si on n'a que deux minutes d'angoisse dans un parking, ce sont deux minutes de trop. Ceci pour revenir sur l'expérience de Woloszyn : je trouve stimulante cette simulation, parce qu'en définissant des référents sonores, on est peut-être sur la voie d'atteindre une discussion qui serait celle de l'intersubjectivité, et il faut l'atteindre pour dépasser les mêmes discussions dans le domaine du sonore et de l'architecture. Une expérimentation de ce type pour aller voir comment les gens ressentent des espaces, c'est une étape de plus. Cette approche, pas très loin de celle du CRESSON, s'appuie sur les neurosciences cognitives. On ne dit pas qu'il y a un problème de comportement face à un espace, mais on dit : c'est face à l'intentionnalité que l'on écoute. Ce n'est pas le mouvement qui est important, c'est l'intention du mouvement qu'on va faire. On essaie de franchir la prochaine étape, que de mon point de vue on essaie de franchir depuis quinze ans, celle de l'intentionnalité, pas à un niveau poétique, mais à un niveau civique.

## **Didier Blanchard**

Tout à fait d'accord avec vous sur l'espace civique. Quand je parlais de poésie, je voulais dire qu'il n'est pas d'espace civique qui ne soit humain. Sur la question de savoir s'il est bien, économiquement utile, légitime de travailler sur des temps aussi courts, et de faire de la « musique de parking », il faut préciser que Daniel Buren n'a pas fait une œuvre de parking, à Morlaix. Quand on travaille sur la lumière, on fait un travail normal, quand on travaille sur une œuvre artistique, on fait un travail normal, quand on travaille sur le son on fait du sonore de parking. Notre rapport à cet espace-là est étrange – non à l'espace du parking, mais à cet espace sonore. Le travail de Woloszyn a aussi cet intérêt de vouloir créer des espaces démonstratifs. J'ai recommandé à tout le monde de faire des CD, de faire entendre, même si c'est malhabile. Quand on fait une maquette, on a un rapport volumique. Quand on fait une maquette sonore, même si elle n'est pas dans la réalité, on va avoir sa dynamique, son spectre. Même les acteurs spécialisés du domaine aujourd'hui considèrent, quand on fait une œuvre sonore pour un parking, qu'on fait une œuvre de parking. Quand on fait une œuvre d'art dans un parking, on fait une œuvre d'art. Je ne sais pas quoi dire là-dessus.

## **Grégoire Chelkoff**

Je voulais juste dire une petite chose à propos des parkings : il y a ici des conceptions différentes, et j'ai l'impression qu'on a affaire à une océanographie... Je pense à l'exemple d'un parking à Grenoble. Il y a différentes manières d'intervenir sur le sonore : la manière de concevoir un parking est déjà une manière d'y faire entrer des sons ou pas. Dans ce parking de Grenoble, des skateurs s'étaient approprié l'entrée, et introduisaient donc d'autres usages que le fait de se garer. En même temps, par leurs sons, par leurs mouvements, ils s'appropriaient l'espace. C'est aussi une manière d'intervenir sur le son : ce n'est pas du son diffusé par des haut-parleurs, mais c'est du son d'acteurs, qui ne sont pas là par hasard. La question des parkings est importante, qu'ils soient souterrains ou en surface. On voit de grandes surfaces qui ne servent à rien pendant des week-ends entiers... La question du sonore, en architecture et en aménagement, on doit aussi la penser par rapport au type de fonctionnalité, au type d'intégration, bien en amont de l'urbanisation. C'est pourquoi j'insistais hier sur le fait que nous ne sommes pas seulement des auditeurs, mais aussi des acteurs, des acteurs de l'écoute et des producteurs de sons.

## **Didier Blanchard**

Il est évident que dans une architecture, il y a aussi le « rapport à » : marcher sur du gravier, par exemple... Un verre peut être en cristal, en plastique : le rapport au verre est différent. En architecture, le rapport à la matière est lié au toucher, on n'aborde pas les espaces de la

même manière s'ils sentent mauvais ou s'ils sentent bon, et on n'aborde pas l'espace de la manière s'il sonne bien ou si l'on ne s'entend pas.

### **Roland Cahen**

Je suis compositeur, et professeur dans le domaine du design sonore. J'étais très intéressé par la proposition de Didier Blanchard. Pendant vingt ans j'ai fait des musiques qui sont restées dans des placards, on peut peut-être dire de la « musique de placard » : faire des créations sonores pour des parkings, des lieux de vie et de passage, c'est tout à fait honorable et intéressant comme questionnement, pour un musicien, sur la relation sociale avec le monde environnant. Ce n'est pas un travail autarcique dans une tour d'ivoire, mais véritablement un travail de relation, et je voudrais demander à Didier Blanchard quelle était la demande : vous avez parlé d'un cahier des charges, mais quelle était votre attente quant au contenu de l'œuvre ? Est-ce que cette idée d'œuvre n'est pas déconnectée ? J'ai l'impression qu'il y a d'un côté l'ambiance musicale, de l'autre côté la réduction des nuisances sonores, avec peut-être une part de design. Je comprends bien que cela représente un choix sociopolitique – faire appel à un artiste est un choix excellent ! – mais dans quelle mesure pourrait-on pousser à un cahier des charges de contenu ? Dans quelles directions avez-vous travaillé avec l'artiste ? Qu'est-ce que cela ouvre comme perspectives pour vous ?

### **Didier Blanchard**

Vous touchez des points sensibles : le choix de l'artiste a été fait de manière naturelle, parce que déjà, il y avait des artistes plasticiens. Il y avait un artiste architecte, puisque c'est Wilmotte qui travaille sur l'identité des parcs d'un point de vue architectural. Lyon Parc Auto ayant une culture, c'était facile de proposer l'intervention d'un compositeur. On a bien entendu défini un cahier des charges, avec une attention particulière à la fatigue auditive. Et on passe très vite à l'exigence d'une perception qui ne soit pas liée à un effort de reconnaissance. C'est vrai qu'il faut définir un cadre.

### **Salle**

Je suis acousticienne, et je voudrais savoir ce que pense l'artiste de la reproduction de son œuvre dans un parking, s'il retrouve la sonorité qu'il a imaginée.

### **Didier Blanchard**

Oui, absolument. On a travaillé avec un maître d'ouvrage assez exceptionnel. L'artiste a pris connaissance des lieux avant même de créer l'œuvre, l'architecte lui a communiqué tous les documents, et il a pu faire une proposition localisée véritablement, pas quelque chose que l'on achète à droite et que l'on accroche à gauche. À chaque fois, quel que soit le lieu,

l'artiste – et c'est vrai également pour Buren – a une volonté de faire une œuvre dans le parc, et il fait sa proposition. En aucune manière il n'y a censure : le cahier des charges est communiqué avant, l'artiste accepte ou n'accepte pas.

### **Frequencies : Istanbul's multiple forms of sounds**

**Volkan Aytar, sociologue en urbanisme, fondation des études économiques et sociales, Istanbul, Turquie**

Il s'agit d'un travail qui a été publié dans la revue Géocarrefour, revue de géographie de Lyon, sur le thème de la ville, du bruit et du son, et qui a donné lieu à un petit film Ce travail s'est appelé « construction des espaces musicaux à Istanbul ». Ce qui m'a intéressé, c'est le son dans le cadre des identités sociales. Nous avons travaillé sur la ville comme moment de respiration, simultanément sur plusieurs espaces urbains, plusieurs espaces de vie. Nous vivons dans ces environnements sonores, nous en connaissons les limites et nous y créons des relations.

J'aimerais illustrer les sonorités parfois harmonieuses, parfois conflictuelles au sein d'une ville, en prenant en compte le silence. En ce qui concerne les paysages sonores, nous avons aussi intégré la notion de bruit dans notre recherche, et les liens entre les sons et les bruits. Nous pouvons parler de la tolérance des gens au bruit dans une ville : les gens vivent avec les sons, parfois ils ne les perçoivent pas, parce qu'ils sont culturellement enveloppés de plusieurs manières. Et il y a également la législation contre la pollution sonore, qui en est à ses débuts.

Comment peut-on cohabiter avec les sons ? Quand on parle de culture, c'est un peu dangereux... Comment comprendre cette culture ? Il y a des moyens faciles, on pourrait dire que la culture est simplement une civilisation. Mais je parle ici de la Turquie, et nous pourrions tomber dans le piège de l'orientalisme. L'orientalisme est assez figé, mais également cyclique. À Istanbul les espaces sonores, les espaces bruyants, ou de silence, ou de musique, constituent un environnement hétérogène et riche, qui intègre les conflits et les contradictions entre la tradition et le modernisme, le local et l'international. Certaines formes apparaissent, qui doivent être expliquées par l'internationalisation de la modernité. On entend des musiques très différentes, de la musique pop, islamique de gauche ou islamique de droite, mais aussi du rock, de la salsa, du hip-hop. Istanbul combine beaucoup de musiques diverses, c'est une ville cosmopolite avec beaucoup de formes, de bruits, de sons, et quelques silences...

## De l'usage à l'action publique : comment construire demain avec les sons ?

**Pascal Lemonnier**, Plan urbanisme construction architecture

**Éric Lengereau**, Ministère de la culture et de la communication

**Emmanuel Bert**, Ministère de l'écologie et du développement durable

**François Pélegrin**, Union nationale des syndicats d'architectes

**Claire Beaussart**, Association d'usagers « SOS bruit »

**Pascal Lemonnier**, Secrétaire permanent adjoint du PUCA

Merci déjà d'avoir été si nombreux pendant ces deux jours. Le sujet de la table ronde est finalement : qu'est-ce que les institutionnels, les professionnels et les représentants de la société civile peuvent imaginer répondre à la question « Comment construire avec les sons ? » Pour un organisme de recherche comme le PUCA, la réponse est complexe et simple à la fois. Simple : quand on a l'habitude de la recherche et de l'expérimentation, on aime bien creuser, aller au fond des choses, et éclairer la problématique. Complexe parce que de la notion de son, on ne peut évacuer la notion de bruit et de gêne. Ces deux notions sont liées, et comment traiter l'une sans se départir de l'autre ? Un des moyens traditionnels de l'administration, et le PUCA fait partie de l'administration, c'est de proposer des réglementations : vous avez des codes, code de l'urbanisme, code de la construction, code de l'environnement, qui traitent de la notion de bruit. Et curieusement, c'est toujours une réponse par rapport au bruit, et rarement une position positive qui pourrait apporter un éclairage nouveau. Le PUCA, qui est là pour éclairer cette demande réglementaire, pour éclairer la décision publique et politique, a posé depuis longtemps cette problématique. Il est nécessaire de faire un état des lieux aujourd'hui, mais aussi une analyse du nouveau spectre réglementaire qui s'offre à nous, qui est essentiellement européen, et j'aimerais vous parler des axes de recherche qui pourraient être adoptés à partir de la directive européenne sur le bruit ambiant, sur le bruit extérieur. Je pourrais aussi revenir ce que l'on peut faire à l'intérieur des logements ou des espaces. Aujourd'hui l'éclairage psychosocial est important dans les deux domaines.

La directive « bruit ambiant » a été transposée en droit français ces deux derniers mois. Elle dit : vous avez cinq ans pour faire des cartes du bruit extérieur, vous devez aller au plus bas de ce que vous pouvez constater, de cinq en cinq décibels. Cela fera de jolies cartes. Ensuite on doit publier le plus largement possible pour que la population soit au courant. Du

coup, cela va fatalement créer une pression sociale, ce qui était le but avoué de la directive. La même directive dit : présentez les réponses relatives au constat. Chaque État membre est libre de faire ce qu'il veut. S'il considère que le bruit n'est pas gênant, il ne fait rien, si par contre il estime devoir faire quelque chose, il doit dire ce qu'il compte faire. C'est là que la recherche va permettre d'éclairer le débat. Soit, à l'issue de la cartographie, on considère que, finalement, tout ne va pas si mal, que le contexte réglementaire actuel suffit, et on ne fera rien de plus. Si on constate que certains endroits sont extrêmement bruyants, près des aéroports, près des voiries nationales ferroviaires ou routières, ou en raison d'activités industrielles, culturelles ou autres permanentes et bruyantes, on dira qu'il faut faire quelque chose. Faire quelque chose, c'est faire quoi ? En relation avec l'atmosphère locale, la tension sociale, la population, l'état des finances, l'action possible de la puissance publique ? Plusieurs axes de la réflexion réglementaire, mais aussi de réflexion tout court, sont possibles. On pourrait dire que l'on va concentrer le bruit dans certains endroits, et faire en sorte qu'ailleurs il n'y en ait pas. Il y a là un pan entier de recherche : pourquoi, comment, selon quelle sociologie, en vertu de quels principes, avec quelle réaction sociale et sociétale ? Mais c'est une action possible. En ce cas, quelles actions concrètes ? On peut travailler à construire des murs antibruit, veiller au traitement des façades, pour que les gens vivent tranquillement chez eux... mais sans ouvrir les fenêtres. C'est une dimension facile, coûteuse, techniquement simple, socialement médiocre, mais c'est toujours possible. D'autres solutions sont aussi intéressantes à analyser, dans la construction et dans l'architecture. Comment inventer une autre répartition de l'aménagement et de l'habitat pour se concilier les endroits où l'on ne pourra pas réduire le bruit, malgré les progrès techniques considérables ? Notre société a besoin de consommer de l'espace, de l'équipement. Là, on peut se poser des questions sur les flux de circulation, sur une autre manière de construire. On a commencé à imaginer des logements à double exposition : d'un côté une façade complètement opaque au bruit, de l'autre côté des balcons ouverts sur la cité. C'est une vision possible, qui économise les murs antibruit et les doublages. On peut aller plus loin dans la révolution intellectuelle, et aller vers des immeubles, en centre urbain, sur les grandes avenues, qui offrent la mixité, non seulement la mixité sociale, mais aussi la mixité fonctionnelle, avec d'un côté des bureaux, et de l'autre côté du couloir, ouvrant sur des jardins, les habitations, en préservant les commerces au rez-de-chaussée. C'est une autre conception, qui certes pose des problèmes de sécurité ou de risque d'incendie, mais on peut y réfléchir. Toutes ces pistes-là sont possibles.

L'autre problématique intéressante est celle de l'usage, du comportement par rapport au bruit. Le bruit est-il totalement lié à des facteurs psychologiques, ou trouve-t-on un effet social, ou encore un effet dû à l'âge ? Il faut voir l'ensemble de ces champs. Le PUCA reconstruit sa problématique à cinq ans. Je ne doute pas que la dimension sonore

apparaîtra dans nos axes de recherche, qu'il s'agisse d'urbanisme, de construction, d'habitat, ou d'architecture.

**Éric Lengereau, Ministère de la culture et de la communication**

Je suis architecte et je m'occupe de la recherche architecturale, urbaine et paysagère au ministère de la culture, à la direction de l'architecture et du patrimoine. Il est une chose qui m'importe beaucoup, c'est que, lorsque nous avons à évaluer les travaux des unités de recherche dans les écoles d'architecture, et aux alentours immédiats des écoles d'architecture, et que celles-ci abordent la question du son, on a toujours beaucoup de plaisir à discuter avec les experts de la nature très pluridisciplinaire des objets qu'ils ont appréhendés autour du sonore. Assez récemment, j'ai pu assister à deux soutenances : les investigations en la matière sont très riches. Autant dans d'autres domaines on a du mal à faire émerger des potentialités, autant là on a un territoire très fertile.

Le deuxième point qui me vient à l'esprit, c'est le thème même de l'appel d'offres et du programme : « Construire avec les sons ». En discutant avec mes collaborateurs au sein de la direction de l'architecture et du patrimoine, il nous arrive souvent de nous pencher sur la question sonore et de nous dire ensemble que si nous avons, collectivement, à investir en matière de recherche, c'est d'une certaine manière pour que l'enseignement et la formation des architectes soient meilleurs, et que, *in fine*, les architectes diplômés, qui assument une responsabilité importante dans les changements de notre cadre de vie, soient mieux formés et sensibles à certains aspects, dont le son. C'est pourquoi la question spatiale et temporelle, plutôt que constructive, m'intéresse. « Construire avec les sons » peut orienter vers les nuisances, alors que si l'on considère les dimensions spatio-temporelles, on est plus dans le concevoir que dans la tentative de réduire les nuisances. On est dans le social à chaque fois.

J'ai eu plusieurs fois l'expérience de « pas de bruit », c'est très angoissant. Je pense que chaque architecte qui construit un espace doit avoir, dans sa tête et dans son processus de conception, présente en permanence la question sonore. Je sais que de grands architectes l'ont en permanence, c'est assez rassurant. Mais ce n'est pas suffisamment enseigné dans les écoles d'architecture et aux alentours des écoles d'architecture. Raison de plus pour que nous puissions investir davantage en la matière. J'espère que ce programme y contribuera et que la publication des travaux y contribuera également.

**Emmanuel Bert**, Ministère de l'écologie et du développement durable, chargé de mission aux bruits de voisinage, d'activités et du bâtiment

Ce que je peux vous dire en ce qui concerne le rôle du ministère de l'écologie, en matière de lutte contre le bruit, c'est qu'il est d'initier différentes réglementations dans ce domaine, avec pour objectif le bien-être des personnes dans leur environnement sonore. Pascal Lemonnier en a parlé, nous avons le code de l'environnement, qui traite du bruit. La « loi bruit » de 1992 a été intégrée dans ce code, et des décrets et arrêtés d'application ont été pris, notamment en ce qui concerne le bâtiment ; trois arrêtés concernant les locaux d'enseignement, les hôtels et les hôpitaux. On peut citer aussi le décret de 1998 concernant la musique amplifiée. Nous avons également une réglementation traitant des bruits de voisinage en règle générale. Non seulement le ministère élabore des réglementations, mais il expérimente aussi, dans certains cas, de nouveaux matériaux. Par exemple, nous avons lancé une expérimentation sur le doublage acoustique mince, qui a donné des résultats relativement satisfaisants dans le bâtiment existant.

Pour aller plus loin : on ne peut imaginer aujourd'hui des locaux construits avec une architecture acoustique non conforme à sa destination. C'est bien la raison des arrêtés sur les hôpitaux, les écoles, et les hôtels. On ne peut pas non plus construire et aménager l'urbain n'importe comment, la plus grande prudence doit être observée. Pour nous aider, un document a été élaboré à la demande du ministère par des techniciens de terrain du pôle de compétence « bruit » de l'Isère, document qui traite de la prise en compte de l'environnement sonore dans les plans locaux d'urbanisme, avec des éléments à chaque étape d'élaboration des plans locaux d'urbanisme. Les outils donnés aux aménageurs sont utiles à la concertation avec la population, et il est important qu'elle soit complètement associée pour que le plan soit bien compris, bien perçu, et ne soit pas à l'origine de problèmes qui n'existeraient pas réellement. La démarche proposée dans ce guide s'inscrit dans une logique de développement durable, en conciliant sur le long terme les intérêts socio-économiques et les intérêts environnementaux. Le bruit étant un enjeu fort de l'environnement, il est nécessaire d'apporter des solutions en vue de protéger la population d'une exposition excessive au bruit.

Comment faire ? Ce guide donne cinq phases, dont quatre sont vraiment des outils. A chaque étape, la population doit être avertie de ce qui se discute.

Première phase : une phase de diagnostic. Il est nécessaire de définir l'état initial de l'environnement, par une analyse prospective, et de définir des orientations et une hiérarchisation.

Deuxième phase du plan : le projet d'aménagement et de développement durable. Là, on se livre à un exercice de prospective sonore, et on produit un document explicatif des choix retenus.

Troisième phase : la traduction graphique et réglementaire, avec obligatoirement le classement des infrastructures de transport terrestre et les plans d'exposition au bruit dans le voisinage des aérodromes. On pourra ajouter bientôt la cartographie dont on a parlé tout à l'heure. Avec la traduction graphique, on va s'attacher à gérer les zones d'habitat le long des axes de transport existants, réfléchir à la manière d'implanter une zone d'habitat à proximité d'une activité bruyante, voir comment on peut aménager autour des zones de bruit, et voir comment préserver des secteurs calmes. On sent arriver la directive européenne.

La quatrième phase est une phase de conseil. Il s'agit de recommandations techniques où l'on dégagera quatre points : éloigner – éloigner une source de bruit ou s'éloigner d'une source de bruit ; orienter – si on oriente différemment les bâtiments on peut se protéger du bruit ; protéger, par des écrans, physiquement ou psychologiquement efficaces ; ou isoler. Un plan local d'urbanisme ainsi conçu permet donc à chacun de vivre en bonne harmonie avec autrui et d'éviter, s'il est bien respecté par tous, les plaintes de nos concitoyens.

**François Pélegrin**, Président de l'Union nationale des syndicats français d'architectes

J'ai eu un moment d'hésitation quand on m'a proposé de venir à cette table ronde, parce que j'avoue mon ignorance. En même temps, c'est intéressant d'avoir face à vous quelqu'un qui représente les architectes et qui avoue son ignorance sur le thème. On joue franc jeu, et je remarque que dans l'assistance il n'y a pas énormément d'architectes. Si l'on avait dit « concevoir avec les sons » ils se seraient peut-être sentis plus interpellés. Le bruit, on le traite, quand on est architecte professionnel, même s'il ne figure pas explicitement dans le programme. C'est avant tout une question de bon sens. Mais on le traite surtout comme une gêne, et non comme un allié. Quand on fait des constructions neuves, on essaie de faire intelligemment tout ce que l'on peut faire avec les immeubles, les masses, les volumes. Il y a vingt ans, le PUCA lançait « Construire avec le climat », qui avait très bien marché auprès des architectes. Le bioclimatique nous parlait bien, on a appris ou redécouvert l'architecture vernaculaire. J'ai envie de faire l'analogie avec le son : on peut manipuler astucieusement des espaces-tampons, aussi bien à l'échelle urbaine qu'à l'échelle du bâtiment, et à l'échelle du logement ensuite. De là à faire ensuite de l'architecture de sons ? Je ferais une distinction entre architecture sonore et sonorisation de l'architecture. J'ai apprécié l'exemple du parking, mais pour moi c'est une sonorisation de l'architecture, pas de l'architecture sonore. L'architecture sonore, ce serait de penser à des bruits que l'on pourrait vouloir,

maîtriser, localiser, des bruits de ruissellement, des bruits de pas, des états de surfaces... On pourrait jouer davantage avec ces éléments, c'est vrai. Il y a toute une pédagogie pour dire que le son n'est pas obligatoirement une gêne, pédagogie que je serais prêt à relayer.

Je voudrais aussi préciser que l'architecte n'est pas un artiste. J'ai entendu parler d'artiste. Je refuse qu'on place l'architecte comme artiste. L'architecte est un inventeur, qui effectivement prescrit des espaces et des séparations d'espaces : les matériaux et leurs performances acoustiques jouent un rôle fondamental. Mais il faut sortir de l'image d'Épinal de l'architecte artiste. L'architecte aujourd'hui doit répondre aux exigences du fameux triptyque coût-délai-qualité, en partageant avec d'autres, mais à partir d'une conception qu'il va élaborer seul, et en savoir suffisamment pour dialoguer valablement avec les différents spécialistes. Là, on va se heurter à un autre écueil : il y a rarement l'impulsion, qui doit venir du PLU, du PLADD, de la volonté bien exprimée du maire quand il fait ses règlements de lotissement ou d'aménagement, de la volonté du maître d'ouvrage. La réglementation, on l'a assimilée. On sait que les contraintes vont augmenter et qu'on les assimilera. Mais il faut une impulsion. On pourrait dire : à l'architecte d'impulser lui-même ! Oui, mais alors il faut une rémunération qui n'a rien à voir avec ce qu'elle est aujourd'hui. Nous avons plein d'idées sur plein de sujets, mais nous n'avons jamais les moyens de travailler.

Cette synergie que nous appelons tous de nos vœux, cette pluridisciplinarité, elle se met rarement en place, sauf lorsqu'on est partie prenante dans des expérimentations. Dans la vie de tous les jours, on nous donne le minimum, et ensuite on nous demande de faire très vite.

C'est, peut-être de manière caricaturale, le contexte où l'on se trouve. Oui, l'architecte pourra apporter des solutions à coût zéro, sans surcoût de construction, mais en résonance avec d'autres spécialistes. Cela a un coût et une durée, qui sont incompressibles.

Pour rebondir sur l'aspect formation initiale : évidemment, il faut qu'à l'école, dans le cadre de la formation professionnalisante que l'on veut dispenser aux jeunes diplômés, on immerge les jeunes dans ces problématiques techniques. Et puis il y a la formation continue, que l'on vit plus ou moins activement, qui peut avoir un effet de levier.

Si on veut bien réfléchir tous ensemble, à commencer par le maître d'ouvrage et le politique, donner les justes moyens à l'investissement en matière grise, c'est une manière de faire des économies fantastiques sur trente ou cinquante ans de la vie d'un bâtiment ou d'un quartier.

**Claire Beussart**, Association d'usagers « SOS bruit »

J'ai créé l'association d'usagers « SOS bruit » du Nord-Pas-de-Calais, après avoir connu moi-même une très forte nuisance sonore, qui m'a fait réaliser que si l'on n'était pas une

« tête de mule » comme je le suis, qui se laisse peu impressionner par certains personnages, il est bien difficile de se faire entendre. C'est pourquoi j'ai décidé d'aider les autres, ceux qui viendraient vers moi. Je baigne tous les jours non pas dans les sons, mais dans les bruits excessifs. Les adhérents ont de dix-huit ans à plus de quatre-vingts ans : ce n'est donc pas une question d'âge que de se plaindre des bruits excessifs.

Il est rassurant pour nous de constater que des recherches existent. J'ai appris que le son est, au même titre que la lumière, une composante majeure des espaces, et qu'il faut aller vers une culture de tolérance, une cohabitation avec le son. De la même façon qu'on ne peut pas vivre perpétuellement dans la pénombre, on ne peut pas vivre continuellement dans le silence absolu. Mais si la lumière est trop vive, on peut baisser un rideau. On ne peut pas le faire si le bruit est excessif. Il faut donc veiller à éviter ce bruit excessif. Nous vivons en société, nous avons donc des règles à respecter, et la législation contre le bruit fait partie de ces règles. Chacun se doit de la respecter. Or, actuellement, force est de constater que cette législation est non seulement méconnue du grand public, mais également niée par ceux qui ont le pouvoir de la faire respecter. Il est patent que le bruit excessif est néfaste pour la santé, pas seulement pour l'audition. Les risques cardio-vasculaires existent.

Il est nécessaire de construire avec les sons comme avec la lumière, mais il est aussi nécessaire de lutter contre les bruits excessifs.

### **Jean-Yves Toussaint**

Nous pourrions mettre à profit le temps qu'il nous reste pour solliciter une dernière fois nos experts internationaux, et éventuellement le public.

### **Jian Kang**

Qu'en est-il, en France, de la cartographie sonore ?

### **Emmanuel Bert**

En France, l'utilité de la cartographie est largement validée. Elle n'est, au départ, qu'un état des lieux. elle a vocation à être évolutive, et elle va permettre d'améliorer un certain nombre de situations. Elle va fixer l'état des lieux, et ensuite interviendront les mesures à prendre pour limiter les nuisances sonores. Nous pensons que c'est très important. Les choses avancent. Nous avons quelques difficultés pour bien définir les périmètres, les rôles... C'est en cours de discussion, mais nous y arrivons.

### **Mathias Meisser, ancien président du Conseil national du bruit**

J'ai deux remarques à faire : contrairement à ce que l'on pourrait penser, la réglementation acoustique dans le bâtiment, ce n'est pas le confort. Les règlements ne donnent que des

performances minimales à respecter, sachant que dans des conditions un peu particulières il s'agit de prévoir des performances supérieures. On a trop tendance, dans la plupart des constructions, à vouloir respecter un règlement, pas un individu. Et puis François Pélegrin disait que l'architecte, au début, est seul à prévoir son projet, quitte à faire appel, après, à des spécialistes. Et si l'architecte posait dès le début du projet les questions acoustiques sans forcément les résoudre ? Se poser une question, c'est déjà commencer à la résoudre.

### **Emmanuel Bert**

La réglementation est un minimum, qui garantit un minimum de confort acoustique. On peut toujours aller au-delà. Les textes disent bien que les maîtres d'œuvre peuvent toujours aller au-delà de ce qui leur est demandé.

### **François Pélegrin**

Si vous saviez comme nous aimerions aller toujours au-delà de ce qui nous est demandé ! On aimerait passer trois fois plus de temps aux études, on aimerait avoir des projets à mille cinq cents euros du mètre carré plutôt qu'à mille euros. En France, on ne se donne pas les moyens de bien faire du premier coup. On préfère casser tous les trente ans. On démolit et on refait bien après. Je caricature encore...

Sur l'expérience du bioclimatique : on a été au bout de ce scénario. Même s'il y avait des permutations des acteurs, avec des thermiciens qui se sentaient très architectes et des architectes qui se sentaient très thermiciens. Tout cela se faisait dès les études, dès la première compréhension du programme après la première visite du terrain. Ce n'est pas gênant, l'architecture est un acte partagé. Mais que s'est-il passé ensuite ? Le thermicien a demandé à être payé dix fois plus cher pour accompagner l'architecte jusqu'au bout. Comme ce n'était pas possible, sa position était de faire les calculs thermiques d'un seul coup, une fois terminé le projet. On pourrait peut-être éviter ce scénario avec les sons ? Nous sommes piégés dans un système qui nous contraint à ne pas donner le meilleur de nous-mêmes.

### **Catherine Semidor**

Je poursuis en ce sens : je suis enseignante dans une école d'architecture, je dis depuis toujours que l'architecte ne deviendra jamais ni un spécialiste de la thermique, ni de l'acoustique. S'il apprend dès le départ, et pas seulement dans les dernières années de formation, qu'il peut réfléchir aussi tout seul à ces aspects du son, de la lumière, du climat, on a gagné une étape, on gagne un aller-retour entre le bureau d'études et l'architecte. Il s'agit donc bien aussi d'une question de formation initiale qui permet de travailler ensuite dans de bonnes conditions. Il s'agit de former des professionnels qui seront attentifs.

## **Didier Blanchard**

Quand on travaille sur la dimension sonore, on n'imagine pas visuellement. Une architecture sonore ne se dessine pas, c'est un enchaînement d'espaces sonores, qui n'a d'autre réalité que sonore.

## SYNTHESE

### Bernard Delage

Après ces deux journées d'exposés et d'échanges, savons-nous mieux entendre et comprendre cette ambition: "construire avec les sons" ? Quels sont les mot-clefs qui ont surgi, que vous trouverez plus loin dans ce texte en lettres CAPITALES, et qui pourraient être autant de catalyseurs propres, sinon à transformer le plomb en or, du moins à produire de nouvelles techniques d'assemblage, ou de nouveaux ciments, avec lesquels nous pourrions donner une réalité à ces mots: "construire avec les sons" ?

J'ai entendu dans les mots PROXIMITE, MICRO-ESPACES, DIMENSION MODESTE le "small is beautiful" de mes années baba-cool, bien sûr, mais aussi et surtout un souci d'observer, de proposer, voire d'inventer sans aveuglement ni assourdissement. L'espace sonore est à l'évidence un espace du partage, de la retenue, de l'écoute réciproque, de l'ordinaire. Sans cela, il n'existe tout simplement pas. La société du spectacle est sur une autre planète.

Je me suis rappelé une lecture-révélation de mes années d'études, "La dimension cachée" de Von Üxkhul. Un abus de langage voudrait que soit caché ce qui est invisible. Les balises, les arabesques, les signaux, les paysages sonores ne sont pas visibles et n'en sont pas moins présents pour autant. L'espace du sonore vit dans une DIMENSION DISCRETE; on en voit la trace, parfois l'empreinte, presque toujours en creux; l'œil peut éveiller l'oreille, que ne le fait-il plus souvent ?

Cela s'est dit souvent, quels que soient les intervenants: c'est bien sûr le TEMPS qui est le lieu du son, son *sine qua non*. Incontournable. Problématique pour les architectes, qui ne savent que tenter en vain de lui résister, n'ont jamais appris à s'en faire un allié, tant ils craignent qu'il ne les trahisse. Mais dans les ruines des amphithéâtres grecs, des villes bombardées, des aqueducs usés, chacun peut entendre pourtant, par delà le silence du vide, l'écho d'une matière étonnamment résistante: le son. Les architectes, les urbanistes, s'ils résistent encore à l'idée de "construire avec le temps" les contenant que sont leurs bâtiments et leurs villes, admettent cependant le déplacement des contenus, qu'ils nomment "flux". Action, déplacement, attente, autant de SEQUENCES sonores que l'on n'enclôt pas facilement entre quatre murs. Le groupe d'architectes britanniques ARCHIGRAM rêvait dans les années soixante-dix de villes high-tech et nomades... toutes écoutilles fermées. Construire avec les sons, cela peut être tout simplement concevoir des bâtiments dans

lesquels les fenêtres sont destinées à rester ouvertes la plupart du TEMPS, à l'intérieur desquels les circulations sont conçues en SEQUENCES et sans refus des turbulences.

L'ESPACE, bien sûr, a été évoqué, ou plutôt invoqué par tous. Sa représentation visuelle est presque toujours faite d'ombres et de lumières savamment agencées ... et photographiées. Pourtant, qui mieux que le son sait éveiller l'espace, donner à percevoir par sa réverbération et ses échos les dimensions, les matières, les formes et même les couleurs des contenants et des contenus qui, assemblés, forment l'espace ? Lâchez une troupe d'acousticiens dans une salle de concert, et voyez-les à l'œuvre: cela frappe dans ses mains, tousse, interpelle, crie, vocalise, tape du pied. Pourquoi ? Pour éveiller l'espace, savoir ce qu'il a dans le ventre, s'il a été construit avec les sons: on devrait faire cela toujours et partout, lors de la réception des travaux. Ce serait salubre. Ou désolant, c'est à voir.

L'HABITANT, l'USAGER, n'ont pas été oubliés. Ce sont eux les alchimistes de la construction "avec les sons", les interprètes de la composition architecturale ou urbaine qui leur est donnée à habiter ou à utiliser. Ce sont eux les agissants, les sonnants, les trébuchants qui donnent vie aux rues et aux bâtiments. Construire avec les sons, c'est construire avec les gens.

Qu'est-ce qui se joue entre contenants (les bâtiments, l'espace public...) et contenus (les habitants, les citoyens...) entre destination et destinataires ? Une histoire de RELATION, de liens neufs et souvent nouveaux, de partage, de CULTURE PARTAGÉE qui n'implique nul découpage de l'espace, nulle territorialité des cultures, nulle spécialisation des savoirs.

Une histoire de PAYSAGE SONORE, dont chacun doit pouvoir - et savoir - faire partie.

Pour finir, je vais - inspiré par un écrit du scénographe Luc Boucris et le paraphrasant - lire ces quelques lignes écrites à l'avance:

*A partir du moment où la création sonore revendiquera (enfin!) une participation à l'espace du quotidien dans ses quatre dimensions, à partir du moment où elle contribuera à appréhender l'espace en un certain sens de façon nouvelle, il est clair qu'elle incitera à se poser des questions d'architecture, et ce non seulement au plan de la qualité acoustique, mais sur d'autres plans aussi, celui de l'esthétique et celui du lien social, appuyés sur un socle spatial flou: l'espace de proximité des bâtiments qui nous abritent qui, longtemps considéré comme résiduel, pourrait bien demain - par la grâce des sons - devenir ... fusionnel !*

## CONCLUSION

### **Christiane Flageollet-Saadna**

Sans doute ce colloque est-il une conclusion d'un appel d'offres de recherches. Mais ce n'est qu'un appel d'offres de recherches. Ce colloque doit être une ouverture vers d'autres formes de réponses à la gêne et au bruit, ce qui était l'objectif de « Construire avec les sons ». Dans l'exposé des recherches qui a été fait, un point m'a beaucoup frappée – c'est une perspective de travail – ce sont les méthodes : méthodes de diagnostic prenant en compte l'usage, vulgarisation de ces méthodes pour qu'elles puissent être utilisées par les maîtres d'ouvrage et les professionnels qui vont avoir à mettre en œuvre, de façon concrète, des réalisations architecturales ; méthodes aussi pour concevoir, trouver d'autres formes de conception et d'intégration du son en tant qu'élément de construction, en réponse à la problématique des usages. Ce sont pour moi les deux perspectives importantes.

Troisième perspective importante, c'est la formation et l'information. Non seulement des enfants, mais interprofessionnelle. Tous les professionnels sont concernés. Les artisans du bâtiment, qui ne sont pas des acousticiens, sont concernés : il faut donc qu'ils soient formés.

Il faut donc continuer. De manière plus prosaïque, en ce qui concerne les recherches engagées et qui sont en phase expérimentale, il faudra en faire une évaluation.

Il me reste à vous remercier de votre présence, à remercier tous ceux qui ont participé au colloque, en particulier nos experts internationaux.

Le plan | urbanisme | construction | architecture | PUCA depuis sa création en 1998, développe à la fois des programmes de recherche incitative, des actions d'expérimentation et apporte son soutien à l'innovation et à la valorisation scientifique et technique dans les domaines de l'aménagement des territoires, de l'habitat, de la construction et de la conception architecturale et urbaine.

Organisé selon quatre grands départements de capitalisation des connaissances : **Sociétés urbaines et habitat** traite des politiques urbaines dans leurs fondements socio-économiques ; **Territoires et aménagement** s'intéresse aux enjeux du développement urbain durable et de la planification ; **Villes et architecture** répond aux enjeux de qualité des réalisations architecturales et urbaines ; **Technologies et construction** couvre les champs de l'innovation dans le domaine du bâtiment ; le PUCA développe une recherche finalisée autour de plusieurs programmes : La ville pour tous | Se loger, habiter | L'Europe et la recherche urbaine | Organiser les territoires | Le renouvellement urbain | Le futur de l'habitat | Innover pour construire ensemble | Énergie dans le bâtiment : PREBAT, et d'ateliers thématiques assurant des transversalités entre programmes sous forme de rencontres entre chercheurs et acteurs, décideurs publics ou représentants des milieux professionnels, ainsi que des programmes d'appui :

- actions régionales pour lesquelles le PUCA a suscité l'émergence de pôles régionaux d'échange sur le développement et l'aménagement des territoires
- actions internationales dont l'European, programme européen de concours d'idées entre jeunes architectes
- actions vers les professionnels
- actions de valorisation et de diffusion-communication des résultats de ses travaux.

**plan urbanisme construction architecture**

► **Sociétés urbaines et habitat**

La ville pour tous  
Cultures urbaines et espaces publics  
Défis de la citoyenneté urbaine  
Emploi, insertion, discriminations  
Mobilités et territoires urbains  
Polarisation sociale de l'urbain et services publics  
Rénovation urbaine et mixité sociale  
Se loger, habiter  
Accès au logement  
Habitat et vie urbaine  
Patrimoine et retraites  
Socio-économie de l'habitat  
Trajectoires résidentielles  
L'Europe et la recherche urbaine

► **Territoires et aménagement**

Organiser les territoires  
Organisation de l'espace urbain et dynamiques économiques  
Politiques territoriales et développement durable  
Plate-forme internationale d'échanges sur les territoires  
Ville et aménagement  
Le renouvellement urbain  
Démolition et recomposition des quartiers  
Insécurité et violences urbaines  
Renouvellement urbain et environnement  
Rénovation urbaine et stationnement

► **Villes et architecture**

Le futur de l'habitat  
Activités d'experts et coopérations interprofessionnelles  
Échelle et temporalités des projets urbains  
Futur de l'habitat  
Habitat pluriel : densité, urbanité, intimité  
Innovations urbaines  
Maison individuelle, architecture, urbanité  
Métiers de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre  
Quartiers durables

► **Technologies et construction**

Innover pour construire ensemble  
Chantiers rapides CQFD  
Nouvelles technologies et construction  
Observatoire de la démarche HQE  
Palmarès de l'innovation  
Villas urbaines durables  
Énergie dans le bâtiment : PREBAT  
Bâtiment 2010  
Concevoir et construire pour l'existant

**PUCA - plan urbanisme construction architecture**

Grande Arche de la Défense - Paroi Sud  
92055 La Défense cedex  
tél. 01 40 81 24 72 - fax 01 40 81 63 78  
www.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca