

QUALITÉ DES AMBIANCES SONORES LIÉES AUX USAGES DES ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT.

Catherine LAVANDIER*, Manon RAIMBAULT*, Christophe MARTEL*, Gérard IGNAZI*,
Danièle DUBOIS**, Pascale CHEMINEE**, Frédérique GUYOT***, Yann CHEVALIER****.

*Laboratoire MRTE, IUT de Cergy Pontoise, rue d'Eragny, Neuville sur Oise, 95000 Cergy Pontoise Cedex

Laboratoire Langages Cognitions Pratiques Ergonomie, *Laps Design Sonore, ****Conseil Général du Val d'Oise

1 INTRODUCTION

Les éducateurs dans les établissements scolaires ont une priorité : transmettre des connaissances, c'est à dire des savoirs faire ou être, sous les formes les plus variées. Ils utilisent donc pour cela différents supports, et l'un des supports privilégiés reste encore le discours verbal. Une perturbation dans la qualité de l'environnement sonore peut alors réduire l'efficacité de la tâche d'apprentissage. Les établissements d'enseignement sont donc des exemples de bâtiments publics où le confort sonore a des conséquences sur leur qualité d'usage. Ainsi, ce projet de recherche a pour but de proposer un outil d'évaluation de la qualité des ambiances sonores liées à la vie dans ces établissements. Cet outil ("fiche d'évaluation") devrait fournir aux concepteurs et aux maîtres d'ouvrage les éléments descriptifs nécessaires pour améliorer la prise en compte des dimensions sonores dans les futures constructions.

1.1 PROBLEMATIQUE

Les qualités des ambiances sonores de lieux ou d'environnements sont classiquement caractérisées de deux manières. La première s'appuie sur l'évaluation perceptive des personnes. Elle vise l'évaluation de *données sensibles* issues de l'analyse des réponses de sujets. Différentes méthodes (enquêtes, questionnaires ouverts ou fermés, études sémiotiques, etc.) permettent d'évaluer les processus de perception d'ambiances sonores. Les méthodes d'analyse des *données sensibles* peuvent être appliquées pour l'observation de situations existantes, en contexte réel ou *in situ*. La deuxième s'appuie sur des mesures acoustiques permettant d'expertiser la qualité des lieux ou des environnements. Cette approche consiste à la caractérisation métrologique des *paramètres physiques* descriptifs de constructions. Ces mesures visent à être reproductibles et surtout prédictibles afin d'anticiper sur la qualité acoustique d'un lieu avant même sa construction. Les *paramètres physiques* ont l'inconvénient d'être mesurés selon des dimensions *a priori* et, par conséquent, d'être parfois éloignées d'une évaluation concrète et située d'auditeurs.

L'analyse de la qualité des ambiances de lieux ou d'environnements ne peut être que transversale. Seule l'étude des correspondances entre *données sensibles* confrontées aux *paramètres physiques* permet d'apporter des éléments constructifs aux acteurs du projet, maître d'ouvrage et maître d'œuvre, et ainsi d'aider à prédire des qualités sonores pour de futures constructions. Si *les données sensibles* et *paramètres physiques* sont analysés dans leur champ disciplinaire respectif, ils ne sont pas dissociés dans cette étude qui est par essence pluridisciplinaire.

1.2 METHODE

La première démarche originale de ce travail consiste à partir du sens (signification) que les utilisateurs donnent aux sons qui les entourent (à partir de leurs productions verbales ou graphiques) pour en déduire la structure et les propriétés des représentations des ambiances sonores, représentations individuelles et collectives, plus ou moins largement partagées [DUBOIS 2000]. Cette étape permet de comprendre les différentes stratégies d'évaluation de la qualité acoustique des espaces intérieurs et extérieurs des établissements d'enseignement, en fonction des populations et ainsi enrichir la connaissance sur les sons du quotidien, encore mal connus dans les pratiques "d'habiter les espaces" [CHELKOFF et al. 1987].

La seconde originalité de cette étude est de faire appel à une approche ergonomique [IGNAZI *et al.* 2000] afin de contribuer à la structuration des "situations" des collèges. L'approche ergonomique permet d'observer les comportements des usagers, d'analyser leurs activités et d'évaluer un état de l'environnement. Suivant l'hypothèse que la perception sonore dépend de la situation où se trouve l'utilisateur (son activité en un lieu à un moment donné), l'analyse du fonctionnement des établissements d'enseignement a été effectuée.

Ces analyses des *données sensibles* permettent par la suite de "caler" les procédures de mesures afin d'opérer le diagnostic acoustique des espaces du collège suivant les repères spatiaux et les activités observées. Les campagnes de mesures et d'enregistrements permettent de tester la validité des *paramètres physiques* classiquement utilisés dans le bâtiment [HAMAYON 1996; TFOIN 1996] en respectant les protocoles réglementaires. La question est de savoir si ces *paramètres physiques* sont "suffisants" ou "pertinents" pour décrire les phénomènes acoustiques reconnus par les usagers et s'il est possible d'avancer de nouvelles propositions.

1.3 TERRAINS D'ETUDE

La participation du Conseil Général du Val d'Oise à cette étude a permis d'accéder à trois collèges situés sur la ville de Cergy (95) :

- le collège des Touleuses (construction 1970, capacité 924 élèves pour l'année 2001-2002),

- le collège de La Justice (construction 1978, capacité 776 élèves pour l'année 2001-2002),
- le collège Gérard Philippe (construction 1983, capacité 772 élèves pour l'année 2001-2002).

Ces trois collèges sont très proches géographiquement (distance d'environ 20 minutes pour aller par voie piétonnes d'un collège à un autre, ce qui traduit la grande densité de population jeune des villes nouvelles au nord de Paris. La population de la commune de Cergy est actuellement de 60 000 habitants dont un habitant sur deux a moins de trente ans. Les divers terrains d'étude sont situés sur les quartiers nouveaux de Cergy - Préfecture et Cergy - Saint Christophe. Le collège des Touleuses, établi à Cergy-Sud (quartier de Cergy – Préfecture), accueille une population dont les profils socio-économiques sont plus diversifiés comparativement aux deux autres collèges qui font partie d'un Réseau d'Education Prioritaire, sans être classés en Zone d'Education Prioritaire.

2 ANALYSE DES ENQUETES

L'approche développée s'inscrit dans le développement des recherches en psychologie et linguistique cognitives et présente ainsi l'originalité de centrer l'analyse sur les productions verbales des usagers, leurs connaissances et commentaires sur leurs espaces de vie. Cette étude s'intéresse aux ressources linguistiques dont les locuteurs français disposent pour exprimer leur subjectivité relative aux bruits et sur les liens entre ces formes en langue et les représentations en mémoire qui y sont associées [DUBOIS 2000].

Les évaluations sont sous la dépendance non seulement des individus et des contextes d'écoute [VIOLLON et al. 1999 ; DUBOIS et al. 1998] donnant signification et identité aux lieux [VOGEL 1999] mais aussi des activités, pratiques, ou usages dans lesquels ils sont impliqués, [MZALI, 2000b] (ex "*c'est calme pour dormir*" recueilli dans une rame Train à Grande Vitesse).

Plus précisément, des enquêtes ouvertes auprès des différents groupes de populations concernées ont été mises en place afin de repérer les modes d'expressions des phénomènes sonores dans le contexte des établissements scolaires, selon les diverses activités qu'ils y déploient.

2.1 ENQUETES AUPRES DES COLLEGIENS

2.1.1 Consigne

Les élèves ont été rencontrés pendant leurs heures de cours gérées par un professeur principal. Celui-ci s'est chargé de présenter l'intervenant du projet dont la consigne était la suivante : "*Représentez par un ou plusieurs dessins les ambiances sonores qui caractérisent votre collège. Le but 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 élèves devaient commenter leurs dessins par écrit ou à l'oral pour les classes d'intégration professionnelle.

2.1.2 Effectifs des élèves interrogés

Quatre classes au collège des Touleuses ont été rencontrées, grâce à la participation de trois enseignants de Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté (SEGPA), de français et d'histoire géographique: deux classes classiques de 6^{ème} et 4^{ème}, une classe musicale pratiquant 1 heure d'éducation musicale au collège (comme toutes les classes) plus 4 heures de musique au conservatoire par semaine ainsi que des élèves de SEGPA (classe d'intégration professionnelle). Les enquêtes se sont déroulées pendant l'heure de cours ou l'heure de vie de classe pour les élèves de 6^{ème} uniquement. Trois classes du collège Gérard Philippe avec le concours de professeurs de dessin, de français et de musique ont été interrogées : deux classes d'enseignement "classique" et la "classe orchestre" du collège (2 heures de répétitions supplémentaires par semaine). De même, quatre classes d'enseignement "classique" ont été questionnées au collège de La Justice grâce à la participation d'une enseignante d'éducation musicale.

Tableau 1. Effectifs interrogés dans les trois collèges de la ville de Cergy (95).

Collèges	Classes	caractéristiques	âges	nb élèves
des Touleuses	6 ^e C	classe musicale	11-12 ans	29
des Touleuses	6 ^e E	classe classique	11-12 ans	25
des Touleuses	4 ^e A	classe classique	13-14 ans	28
des Touleuses	SEGPA	classe d'intégration professionnelle	12-15 ans	15
G. Philippe	6 ^o 1	classe classique	11-12 ans	18
G. Philippe	5 ^o 4	classe "orchestre"	12-14,5 ans	27
G. Philippe	3 ^o 3	classe classique	14-16 ans	19
de la Justice	6 ^o 5	classe classique	11-13 ans	22
de la Justice	5 ^o 6	classe classique	12-14,5 ans	24
de la Justice	4 ^o 6	classe classique	12,5-15 ans	20
de la Justice	3 ^o 3	classe classique	13-16 ans	16
Ensemble des trois collèges				243

2.1.3 Analyse des dessins d'élèves

A partir des objets de représentation, les dessins peuvent être regroupés en quatre types de graphismes. Ces types de graphismes recourent ceux recensés par Valérie MAFFIOLO dans son étude sur la ville de Paris [MAFFIOLO 1999] :

- Des SOURCES SONORES isolées, sans contexte ; les sources sonores sont décrites en tant qu'objets dont les caractéristiques sonores sont exprimées soit avec des commentaires sous forme d'onomatopées, soit avec un graphisme de la vibration sonore, soit les deux ; le mode graphique associé aux objets semble traduire une possible nuance d'appréciation : l'identification (dessin sans commentaire), la caractérisation (dessin avec onomatopées), l'intensité de la perception sonore (tracé des vibrations ou ondes sonores).

- Des SITUATIONS sonores décrivant un lieu (description d'un espace : salle de classe, Centre de Documentation de d'Information, cour de récré), une activité (à travers des sources sonores identifiées) à un moment donné (par exemple, indication de l'heure) ; ces situations sonores du collège sont présentées soit de manière individuelle (différents dessins séparés), soit sous forme de bandes dessinées avec une notion temporelle supplémentaire : le déroulement dans le temps et le sentiment de durée.

- Des CARTOGRAPHIES sonores sous forme de plan avec possibilité d'échelle de graduation des intensités sonores.

- Les DESSINS ABSTRAITS qui révèlent une interprétation personnelle de l'ambiance sonore perçue.

La Figure 1 de la page suivante présente des exemples de dessins d'élèves selon les quatre modes graphiques observés, et le tableau 2 présente une synthèse des analyses des dessins d'élèves par collège sans distinction des classes.

Tableau 2. Synthèse des types graphiques utilisés selon les trois collèges.

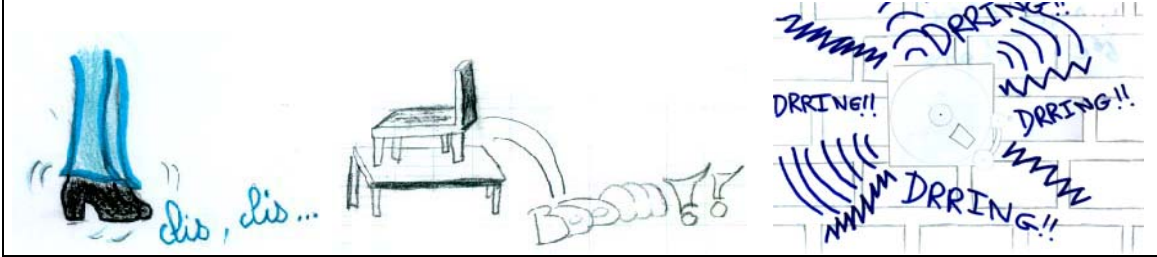
Analyses des dessins	Collèges		
	Touleuses	Justice	G. Philippe
Situations	68%	34%	16%
Objets	27%	51%	60%
Cartographie	6%	1%	5%
Abstrait	0%	0%	19%

Ce tableau confirme que les élèves de collèges décrivent les ambiances sonores majoritairement au travers des identifications :

- des événements sonores, représentés par une ou plusieurs "situations" du collège (contexte d'activité, en un lieu, à un moment donné), impliquant ou non une indication temporelle (moment ou durée) ou une représentation de soi ;
- de sources "objet" décontextualisées, c'est à dire sans précision de lieu ou d'activité.

On remarque aussi que les enfants expriment les ambiances sonores par le biais d'onomatopées diverses et variées ("bang", "clac", "dring", "paf", "toc", "tic") pour retranscrire les "sons" perçus, ou bien des "bulles" avec des mots pour retranscrire des échanges verbaux. Les ambiances sonores du collège renvoient avant tout à la sonnerie et aux voix des professeurs et des élèves. De plus, la présence de traits autour "d'objets" (décontextualisés ou en situation) semble traduire la "spatialisation" ou "l'intensité" de vibrations ou d'ondes sonores provenant d'une source. Ces modes de description appuient le fait déjà observé que les élèves identifient manifestement des sources "objet", en contexte ou non.

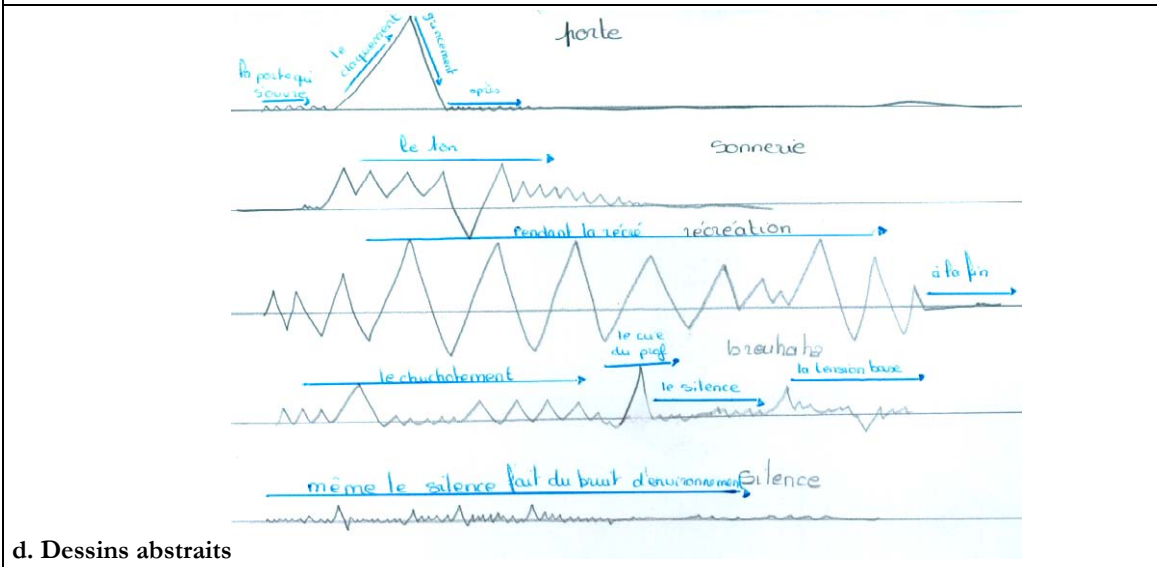
a. Sources "objet" décontextualisées



b. Situations du collège



c. Cartographie



d. Dessins abstraits



Figure 1. Principaux types de graphiques utilisés par les élèves des collèges.

2.1.4 Analyse du discours et des commentaires écrits des enfants

Les commentaires écrits ou oraux (les classes d'intégration professionnelle et les personnels techniques) des acteurs du collège sont retranscrits et analysés par des méthodes d'analyse linguistique et psychologique. De précédents travaux [Dubois 2000] ont observé que les phénomènes sonores étaient représentés en linguistique au travers des VERBES (tels entendre, écouter), des ADJECTIFS (tel bruyant, calme, silencieux) ou des NOMS (telles les expressions "du bruit" ou "des bruits") permettant de décrire des phénomènes sonores relatifs à des activités en un lieu à un moment donné et qu'il est possible de les relier à quatre catégories de représentations :

- une catégorie des expressions génériques comme "du bruit" et le "fond sonore" traduisant une indistinction du sujet dans son environnement sonore ;
- une catégorie des expressions relatives aux bruits de sources "objet" associées à des adjectifs qualificatifs (traduisant du jugement) ou des actions sonores ;
- un registre des phénomènes sonores exprimés par le vocabulaire de la physique, analysant "du/des sons", spécifiés au travers des adjectifs comme "grave" et "aigu" ;
- enfin une catégorie des expressions en langue relatives à la voix humaine ("*chant*", "*parole*", "*injures*") ou à la musique ("*mélodieux*", "*musical*").

2.1.4.1 Analyse des mots utilisés

Une analyse globale des commentaires des élèves des trois collèges montre que ceux-ci emploient majoritairement des NOMS de sources "objet" pour représenter les ambiances sonores de leurs collèges. De plus, les élèves décrivent ces sources principalement au travers des événements sonores. Par exemple, ils utilisent le mot "porte", seul ou associé à un événement comme : "la porte qui fait du bruit" ou "la porte qui claque" (source + verbe d'action).

Les élèves emploient de nombreuses expressions décrivant les bruits humains. On retrouve l'utilisation des NOMS (comme "la voix", "la parole", "la discussion", "la conversation") ou des VERBES (comme "parler", "dire", "crier", "rire", "pleurer") ou bien des expressions plus complexes associant sources + verbe d'action (comme "les gens qui passent", "les élèves qui parlent", "les profs qui crient").

Le Tableau 3 présente la synthèse de l'analyse des modes d'expression des élèves, au travers des NOMS des VERBES et des ADJECTIFS descriptifs des phénomènes sonores. Comme les élèves citent un grand nombre de sources "objet", les différents types d'objets sonores sont présentés dans le Tableau 4.

Descriptions	Toulouses		Justice		G. Philippe	
	occ.	%	occ.	%	occ.	%
NOMS						
sons	19	2%	5	1%	27	4%
onomatopées	127	17%	73	9%	123	19%
le vacarme	6	1%	4	1%	8	1%
le silence	14	2%	6	1%	7	1%
du bruit	93	12%	59	8%	15	2%
bruit de fond	6	1%	1	0%	0	0%
des bruits	26	3%	7	1%	12	2%
bruit de "source"	42	6%	42	5%	35	6%
noms_ment	11	1%	6	1%	17	3%
source objet	366	48%	515	66%	325	51%
voix, parole	36	5%	27	3%	29	5%
musique	15	2%	30	4%	36	6%
Ensemble	761	100%	775	100%	634	100%

Tableau 3. Mode d'expressions au travers des NOMS des VERBES et des ADJECTIFS descriptifs des phénomènes sonores pour les trois collèges de la ville de Cergy (95).

Descriptions	Toulouses		Justice		G. Philippe	
	occ.	%	occ.	%	occ.	%
VERBES						
entendre, écouter	50	19%	61	23%	11	12%
résonner	27	10%	4	2%	3	3%
parler, dire, rire, crier	141	54%	115	44%	35	37%
sonner, vibrer, retentir	13	5%	42	16%	13	14%
tapper, frapper, claquer	18	7%	30	11%	12	13%
grincer	11	4%	7	3%	11	12%
tomber	0	0%	0	0%	9	9%
isoler, insonoriser	0	0%	4	2%	1	1%
Ensemble	260	100%	263	100%	95	100%

Descriptions	Toulouses		Justice		G. Philippe	
	occ.	%	occ.	%	occ.	%
ADJECTIFS						
aiguë	5	8%	7	17%	4	19%
musical	1	2%	2	5%	3	14%
bruyant, fort	35	58%	24	59%	11	52%
calme, silencieux	19	32%	8	20%	3	14%
Ensemble	60	100%	41	100%	21	100%

Tableau 4. Liste des sources sonores citées par les élèves des trois collèges de la ville de Cergy (95).

Sources "objet"	Toulouses	Justice	G.Philippe
élèves	25%	16%	3%
directeur	1%	0%	0%
professeur(s)	11%	7%	5%
quelqu'un, tout le monde, les gens	14%	10%	11%
surveillant	4%	1%	1%
pas, chaussures	2%	3%	5%
sonnerie	12%	15%	15%
alarme incendie	1%	2%	1%
montre, réveil	0%	2%	0%
téléphone	1%	1%	1%
fenêtres, volets	0%	2%	4%
lumières, néons	0%	0%	1%
portes	6%	5%	7%
chaises, tables	5%	3%	5%
chasse d'eau	1%	0%	1%
vaisselle, couverts	1%	0%	1%
radiocassette, chaîne HI-FI, stéréo	0%	4%	1%
instruments (piano, guitare, banjo)	3%	4%	5%
ordinateur	1%	1%	2%
craie	2%	2%	5%
stylo plume, crayon	1%	2%	2%
feuille, papier, page	0%	1%	1%
règles en fer, stylo (fermé)	1%	1%	2%
bouchon (colle, stylo)	0%	1%	0%
trousse	0%	2%	2%
bombe aérosol, blanco	0%	1%	0%
bijoux, clefs	0%	0%	1%
chips, chewing gum, bonbon	0%	1%	0%
pétards	0%	2%	0%
balle, ballon	2%	1%	2%
pluie, orage	1%	1%	8%
oiseaux, vent feuilles	2%	4%	2%
sonnerie de l'école primaire	0%	1%	0%
ouvriers, voitures, bus, tondeuses	1%	3%	2%
avion	0%	1%	1%
Ensemble	100%	100%	100%

2.1.4.2 Analyse des marques de la personne

L'implication des locuteurs dans leurs discours [David 1997], peut être observée par l'étude des marques de la personne (Tableau 5). Les élèves des collèges des Touleuses et de la Justice décrivent les ambiances sonores de leurs collèges grâce à une syntaxe élaborée, composée de phrases avec sujet (majoritairement impliqué : "je") ce qui traduit une mise à distance des élèves par rapport à ce qu'ils retracent. Comparativement, les élèves du collège G. Philippe ne se sont pas impliqués dans leur discours et exposent en majorité une grande liste de sources "objet" décontextualisées.

Tableau 5. Descriptions des marques de la personne employées par les élèves des trois collèges de la ville de Cergy (95).

MP	Touleuses		Justice		G. Philippe	
	occ.	%	occ.	%	occ.	%
locuteurs impliqués	72	89%	54	67%	18	28%
effectifs	81	100%	81	100%	64	100%
je / me / moi	179	57%	77	39%	9	20%
on	84	27%	87	44%	22	48%
nous	32	10%	21	11%	7	15%
tu	10	3%	2	1%	0	0%
vous	3	1%	0	0%	1	2%
ils	8	3%	13	7%	7	15%
Ensembles	316	100%	200	100%	46	100%

2.2 ENQUETES AUPRES DES ADULTES DES TROIS COLLEGES

2.2.1 Consignes

Un questionnaire ouvert a été distribué aux enseignants, aux personnels administratifs, ainsi qu'aux agents de service. Divers modes syntaxiques ont donc été utilisés :

- mode injonctif :
 - 1- A partir de l'expérience de votre collège, quelles sont pour vous :
 - a. les ambiances sonores qui sont générales aux établissements scolaires?
 - b. celles qui sont générales des collèges?
 - c. et éventuellement celles qui seraient spécifiques à votre collège?
- mode conditionnel :
 - 2- Pouvez-vous décrire et détailler ces différentes ambiances sonores ?
 - a. les ambiances sonores qui sont générales aux établissements scolaires?
 - b. celles qui sont générales des collèges?
 - c. et éventuellement celles qui seraient spécifiques à votre collège?

- mode interrogatif direct :

3- Quels sons percevez-vous dans votre établissement et comment les caractériseriez-vous ?

Les constructions syntaxiques et l'hétérogénéité du lexique favorisent la diversité du corpus de réponses.

2.2.2 Analyses des réponses des adultes

Très peu d'adultes ont pris le temps de répondre complètement à ce questionnaire. En effet, seuls 28 questionnaires sur 250 distribués ont été remplis sur l'ensemble des trois collèges, dont 6 complètement. On note dans le questionnaire, un ensemble de questions qui va du plus générique au plus spécifique, mais la grande majorité des réponses n'en a pas tenu compte: sur les 30 réponses, une seule témoigne de l'attention portée à ce qui est demandé. Les adultes ne répondent qu'à propos de leur collège, principalement pour le collège Gérard Philippe.

2.2.2.1 Réflexion sur l'absence de marques de la personne

“Les chaises qui remuent sur le sol font un bruit de résonance...”

Cette phrase, assez emblématique de la majorité des réponses aux questionnaires, n'est pas sans évoquer les déboires de Monsieur K dans *Le Château* de Franz Kafka. Quelqu'un est sans doute responsable, mais “on” ne sait pas qui c'est. Les chaises remuent toutes seules. On ne peut manquer d'être surpris par le nombre infime d'occurrences de la 1^{re} personne (Tableau 5) et par ce que l'on pourrait qualifier de défection du sujet de l'énonciation dans un questionnaire pourtant prévu pour demander l'avis personnel des usagers. Cette constatation est à mettre en relation avec une autre observation : une préférence marquée pour les nominalisations essentiellement verbales “*Bavardages pénibles dans certaines classes*” (La Justice), les tournures passives “*le bruit de tables et de chaises déplacées*” (Touleuses) et impersonnelles “*Il se produit un grand claquement*” (Gérard Philippe), qui, les unes et les autres, surabondent dans les réponses. Le summum est atteint quand les enquêtés vont jusqu'à donner un sujet inanimé à des verbes qui requièrent un sujet animé : “*Les chaises qui remuent sur le sol font un bruit de résonance*” (Touleuses); “*Les chaises tombent souvent "en série", "en cascade"*” (Touleuses). Cet univers où les chaises tombent toutes seules, où des portes claquent, où l'on entend sans les voir des claquements de talon dans les couloirs, les cris et hurlements des élèves, donne une impression d'angoisse diffuse.

L'emploi généralisé de toutes ces tournures qui effacent aussi bien l'agent que le sujet de l'énonciation n'est pas fortuit. L'emploi récurrent de ces tournures traduit le blocage de la parole et le poids de non-dit que cela implique.

Tableau 6. Analyse des marques de la personne dans les réponses au questionnaire adulte pour les trois collèges de la ville de Cergy.

MP	Touleuses		Justice		G. Philippe	
	occ	%	occ.	%	occ.	%
effectifs	11	100%	11	100%	8	100%
je / me / moi	7	32%	2	25%	1	17%
on	7	32%	2	25%	3	50%
nous	0	0%	0	0%	1	17%
ils	3	14%	3	38%	1	17%
elles	2	8%	1	12%	0	0%
se	3	14%	0	0%	0	
impératif 1ère pers.	Ne parlons pas					
Ensemble	22	100%	8	100%	6	100%

Les marques de la personne sont beaucoup plus présentes au collège des Touleuses qu'ailleurs, et quasiment absentes au Collège Gérard Philippe. Malgré le faible nombre de réponses des adultes, ces résultats sont probablement significatifs des établissements, car des résultats comparables ont été trouvés parmi les élèves (Tableau 5).

2.2.2.2 Mots utilisés pour décrire les ambiances sonores

On peut travailler le discours des adultes de la même manière que celui des élèves. Il semble intéressant de regarder particulièrement les substantifs présents dans les réponses des adultes.

Le Tableau 7 répartit les noms de bruits les plus couramment utilisés. On y retrouve un grand pourcentage de bruits de sources pour les trois collèges, avec une présence forte de la sonnerie pour le collège Gérard Philippe. En effet dans ce collège, la sonnerie est un signal musical qui ne laisse pas indifférent, alors que dans les deux autres collèges, les sonneries sont mécaniques ou électroniques.

Tableau 7. Synthèse des occurrences de noms de bruits en pourcentage.

Noms de bruits	Touleuses	Justice	G.Philippe
sonnerie	13%	18%	32%
Bruit (de)	24%	39%	27%
voix (éclats de/bruits de)	4%	8%	13%
cris	10%	15%	11%
brouhaha	4%	2%	4%
son	4%	2%	6%
Déverbaux, -ment, -ance, -is	25%	10%	3%
autres	16%	16%	4%
Ensemble	100%	100%	100%

L'emploi des déverbaux est important dans l'établissement des Touleuses, un peu moins au Collège de la Justice, et quasi inexistant au collège Gérard Philippe. En termes d'élaboration cognitive, on peut résumer la progression vers l'abstraction de la manière suivante :

1^{er} type d'énoncé : *les portes*. Ici, il s'agit d'un objet du monde, il n'y a aucune description du bruit, le sujet ne faisant que nommer la source du bruit. Le sujet ne se pose pas face au monde mais se confond plutôt avec lui ; il y a une sorte d'indistinction entre le sujet et le monde.

Cette observation converge avec des résultats obtenus sur la manière dont est ressenti le bruit de fond urbain [GUASTAVINO 2003]. Pour des raisons qui tiennent à l'histoire personnelle des sujets, ce sont les enquêtés les plus agressés par le bruit qui réagissent ainsi. On serait tenté de faire l'analogie, toutes proportions gardées bien sûr, avec la manière dont les cliniciens décrivent ordinairement le traumatisme : le bruit semble vécu, en effet, à la façon d'un mini trauma, sans aucune possibilité d'élaboration verbale, de conceptualisation.

2° type d'énoncé : *les portes qui claquent*. Dans ce cas, il s'agit d'un événement du monde, qui est constaté mais sur lequel le sujet n'a aucune prise.

3° type d'énoncé : *le(s) claquement(s) de(s) portes*. Précédemment, on ne faisait que dire : *les portes claquent*, le sujet de la phrase étant *les portes*. Ici, le thème est le *claquement* que l'on peut, à l'occasion, qualifier : « *les claquements de porte sont nombreux parce que celles-ci sont mal conçues* », comme le dit un enquêté des Toulouse. On peut donc reconnaître dans cette formulation un début d'abstraction, qui instaure le phénomène acoustique.

4° type d'énoncé : *claquements*. Ici, il s'agit du bruit en soi, le sujet a oublié la source. Ce type d'énoncé est le plus abstrait.

On observe qu'il n'y a aucun énoncé de ce type dans les enquêtes du collège Gérard Philippe ; il y a deux occurrences du mot *hurlements* sans complément au collège de la Justice ; au collège des Toulouse, deux occurrences du mot *hurlements, claquements, frottements, ronronnements* ; les mots *chuintements, bruissement, crissement* apparaissent sans complément chez un seul enquêté.

On peut déduire de cette observation qu'il y a une plus grande facilité à s'abstraire de la situation concrète dans cet établissement que dans les autres. Puisqu'on peut mettre des mots sur le bruit, on est donc plus actif, par conséquent, le bruit est beaucoup moins subi, et, partant, moins insupportable. Il faut ici relativiser cette remarque par rapport au faible nombre de réponses : les adultes qui ont répondu ne sont pas forcément représentatifs de l'ensemble de leurs collègues. Mais, dans une approche qualitative de l'ambiance, même les résultats d'analyse d'un petit effectif de sujets sont à prendre en compte. Si les personnes enquêtées disent subir le bruit, toute amélioration de leur environnement sonore rend service à la communauté des usagers de ces collèges.

2.3 CONCLUSION SUR LES ENQUETES

La comparaison des principales sources "objet" citées par les élèves et les adultes pour chaque collège fait ressortir 4 principales catégories de sources "objet" présentes dans les collèges :

- les **usagers** du collège ("professeurs", "élèves / enfants", "personnes / individus / tout le monde / gens") désignés par leurs activités comme acteurs des ambiances sonores du collège.

- les **signaux** sonores du collège : la "**sonnerie**", qui ponctue la journée, est appréciée différemment selon l'endroit où l'on se trouve, le moment ou le type de signal ; l'"alarme" incendie, jugée désagréable, sert avant tout à prévenir d'un danger, elle est donc considérée comme utile ; il y a aussi les divers "montres, réveils" et les "téléphones" qui perturbent un cours.
- Les divers **équipements** du collège comme :
 - Les équipements liés au **bâtiment** (gros équipements) : les "fenêtres / portes / tables / chaises" des salles de classes et couloirs, la "chasse d'eau" des toilettes, la "vaisselle / les couverts" à la cantine, la "chaîne Hi-Fi / radiocassette / stéréo" et les instruments du cours de musique ou de langue vivante, les "ordinateurs" du CDI.
 - Les petits équipements **individuels** utilisés à l'*extérieur* ou à l'*intérieur* des locaux du collège : les "objets" prescrits en classe comme les "stylos / feuilles / règles en fer / bouchons / trousse" ou comme les bijoux / clefs / nourriture" et ceux utilisés dans la cour de récréation comme les "ballons / pétards".
- Les **objets extérieurs** au collège comme les bruits de la nature ("pluie / orage / oiseaux / vent dans les feuilles"), les bruits de transport / travaux ("voitures / bus / ouvriers / tondeuse à gazon") et, cas particulier, la "sonnerie de l'école primaire" à côté du collège de la Justice.

On retrouve dans les dessins et les commentaires des élèves, et dans une moindre mesure dans les écrits des adultes, que les ambiances sonores sont mémorisées comme des événements précis dans un contexte particulier pour lequel l'activité, le lieu et le moment sont restitués. Les types de "lieux" et les "moments" des établissements d'enseignements sont réglés selon un programme défini (classes, circulations, cantine, salle des professeurs, permanence) et un rythme imposé (8 fois 50 minutes de cours, entrecoupé de 5 minutes d'intercours et d'un quart d'heure de récréation matin et après midi). En revanche, les activités recensées dans les commentaires des élèves sont nombreuses et variées. Compte tenu de l'importance de l'usage dans la description des ambiances sonores recueillies, une approche ergonomique a été retenue pour aider à structurer l'analyse des activités des collèges afin de définir les situations qui seront évaluées à l'aide des "fiches d'évaluation".

3 APPROCHE ERGONOMIQUE

Pour effectuer un découpage ergonomique des *tâches* ou des *activités* dans les établissements d'enseignement, nous considérons les acteurs en regard des méthodes développées pour un contexte socio-technique d'activité de travail. Il s'agit de transférer des méthodes et des problématiques développées dans les domaines de l'environnement du travail (Ergonomie en

milieu industriel [IGNAZI *et al.* 1986]) aux domaines de l'espace public (Ergonomie d'un système de transport [IGNAZI *et al.* 2001]) et de l'architecture scolaire. En ce sens, nous considérons le lieu architectural de formation comme un *outil de travail* que l'élève et le formateur doivent utiliser au mieux pour optimiser leurs activités et leurs objectifs qui sont de "proposer et d'acquérir" des connaissances, dans les meilleures conditions et avec une *charge de travail* aussi faible que possible. En effet, des contraintes mal maîtrisées (entre autres, le bruit) peuvent augmenter les *charges de travail* au détriment de la qualité de l'activité scolaire principale à laquelle les "acteurs", usagers de l'établissement, doivent se consacrer. Au contraire, une ambiance sonore adéquate améliorera la qualité de vie dans les établissements d'enseignement.

3.1 OBSERVATION D'UN SYSTEME : "SEQUENÇAGE" DES ACTIVITES DANS LES ETABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT

Un établissement d'enseignement est un ensemble de circonstances, organisées afin d'assurer la fonction principale d'information des usagers. La réalisation d'un parcours "type" au sein du collège permet d'effectuer une première décomposition de la programmation "type" d'un bâtiment d'enseignement.

En considérant un point d'origine (l'entrée) et des points de destination variables (salles de classes, cantine, Gymnase, cour de récréation...), il est possible de relever une série de lieux où peuvent être effectuées différentes fonctions élémentaires, amenant les usagers à réaliser diverses *activités*. Pour effectuer le "séquençage" des activités dans les établissements d'enseignement, une observation du "système" est effectuée Figure 2, afin d'identifier l'ensemble des fonctions des espaces et des *activités* réalisées par l'utilisateur, au cours de l'ensemble de son parcours scolaire quotidien.

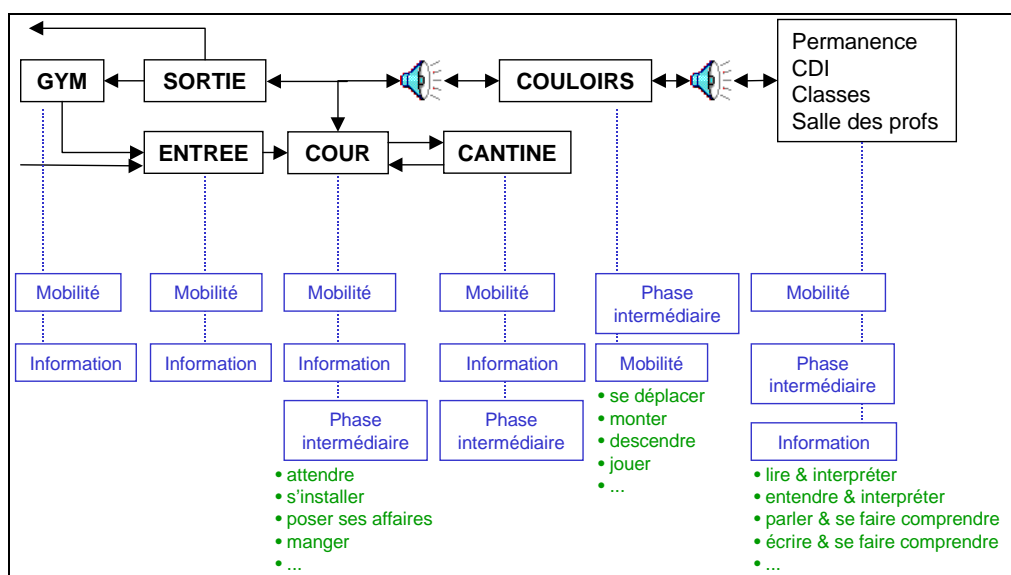


Figure 2. Organigramme fonctionnel des espaces des locaux d'enseignement.

3.2 DECOMPOSITION DES *ACTIVITES* DES ETABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT

L'une des démarches originales du projet consiste à décomposer en tâches l'ensemble des activités - "usages" - des espaces des collèges que nous étudions. Les qualités globales d'un établissement d'enseignement contribuent au confort des usagers dans l'accomplissement de *tâches* scolaires spécifiques [LE GOFF 1994]. Que ce soit pour les élèves, les surveillants, les professeurs les personnels administratifs et techniques, le temps apparaît comme élément régulateur du fonctionnement "technico-social" des établissements d'enseignement.

Du point de vue biologique, les performances mentales et physiques des individus sont soumises à de variations nycthémérales : les capacités d'un individu ne sont pas significativement les mêmes à différents moments du cycle journalier. Par exemple, un élève ou un professeur ne traitera pas les informations avec une compétence identique en début ou en fin de journée. De même, à la veille des vacances, les élèves interprètent différemment la sonnerie signalant la fin du dernier cours de la journée. L'élément temporel est essentiel dans le fonctionnement biologique et psychologique d'un individu. Les variations de vigilance et d'attention liées aux horaires de travail (trop longs, irréguliers, selon le moment) sont importantes à considérer pour l'accomplissement de la fonction finale "acquérir de l'information" attendues d'un système comme les établissements scolaires [CABON 1992]. L'approche ergonomique se préoccupe du rôle du temps au travers l'analyse de la durée et du moment nécessaire pour réaliser une *activité*.

La méthode ergonomique permet donc d'observer des situations où les usagers sont confrontés à la réalisation d'une activité. Elle permet aussi d'évaluer l'état de l'environnement, dans le sens très général, dans lequel cette activité est effectuée. Cet état de l'environnement prend en compte différents aspects comme par exemple, la charge physique que doit subir l'utilisateur pour effectuer son activité, ou bien la qualité visuelle de l'environnement, ou bien encore la conception du poste d'activité, etc. Dans cette étude, l'état de l'environnement se limitera à l'évaluation de la qualité de l'environnement sonore, mais une telle décomposition des activités pourrait s'appliquer à tous les aspects de l'environnement au sens large.

La décomposition des activités du collège est présentée Tableau 8 selon le *lieu*, le *moment*, et l'*activité* de l'utilisateur. Chaque situation évaluée par les usagers sera donc définie à partir de ces trois paramètres. Par exemple, on peut analyser toutes les situations où l'activité "Parler" est mise en jeu. Cette activité a lieu de manière contrôlée pendant une heure de classe, dans une salle bien précise. Mais, la même activité peut avoir lieu pendant un intercour, dans la cour de récréation ou les couloirs par exemple. Nous avons pu aussi observer que cette activité avait lieu pendant l'intercour de midi, c'est à dire dans la cantine. Cette décomposition permet, d'un autre point de vue, de se focaliser sur un lieu et d'y recenser toutes les activités qui peuvent s'y dérouler.

Tableau 8. Décomposition des activités du Collège.

Lieu		Moment		Précision créneau horaire		Activité	
1	Couloirs	1	8h30 - entrée	1	Début	1	Lire
2	Salle des profs.	2	8h30-9h25	2	Milieu	2	Ecouter
3	Classe LV1	3	9h30-10h25	3	Fin	3	Parler
4	Classe HG1	4	10h30-10h45			4	Écrire
5	Classe ...	5	10h50-11h45				Se déplacer :
6	CDI	6	11h50-12h45			5	- en plan
7	Bureau RDC	7	12h50-13h45			6	- monter
8	Bureau N1	8	13h50-14h45			7	- descendre
9	Cuisine	9	14h50-15h45			8	- courir
10	Préau	10	15h50-16h05			9	Jouer
11	Cour	11	16h10-17h05			10	Attendre
12	Garage à Vélo	12	Intercours			11	S'installer
13	Cantine					12	Se bagarrer
14	Réfectoire des professeurs					13	Gérer ses affaires
15	Etc.					14	Manger
						15	Etc.

Cette décomposition étant faite, les différentes situations (lieu, moment et activité) où les usagers peuvent se trouver, sont donc faciles à repérer dans l'ensemble du fonctionnement d'un établissement scolaire.

3.3 ELABORATION DE LA "FICHE D'ÉVALUATION" : D'UN QUESTIONNAIRE OUVERT A UN QUESTIONNAIRE FERME

Les critères d'évaluation à intégrer au sein de ces fiches sont définis à partir de l'analyse des résultats des entretiens et enquêtes. L'élaboration des questions qui structurent cet outil d'évaluation découle directement de l'analyse linguistique. Ce travail préalable permet d'aider au choix des termes adéquats et à des formulations de questions fermées pertinentes. Les questions doivent reprendre la production linguistique des usagers de façon à s'assurer que les questions soient bien comprises, et que les réponses potentielles soient directement interprétables. L'échelle de notation pour l'ensemble des questions a été fixée entre 0 et 20, car cette échelle est très bien maîtrisée à la fois par les élèves et les professeurs.

3.3.1 Les représentations des ambiances sonores des sujets interrogés

L'analyse des commentaires des élèves et des réponses des adultes fait ressortir plusieurs "lectures" des phénomènes sonores dans les établissements d'enseignements.

3.3.1.1 Messages sonores

La possibilité ou non de pouvoir entendre "ce qui est dit" (voix du professeur en cours mais aussi de son camarade dans les couloirs) est un jugement récurrent de l'ambiance sonore dans les commentaires des usagers (adultes ou enfants).

Il est intéressant de rappeler ici "*La règle de prise de parole*", règle affichée dans une classe et montrant que la potentialité de parler pour se faire entendre n'est pas anodine dans un établissement scolaire.

*"La règle de prise de parole : Je lève la main pour demander la parole
J'attends qu'on me donne la parole
Je ne coupe pas la parole
Je respecte la parole de l'autre
Je l'écoute et je ne me moque pas. "* Texte affiché, salle 115, collège de la Justice.

L'évaluation de la possibilité de parler ou d'entendre parler n'est cependant nécessaire que dans les situations où le besoin de "comprendre" ou "entendre" est présent.

D'où, les interrogations suivantes :

Dans cette situation, avez-vous besoin de parler ou d'entendre parler ? *oui*
 non

Si oui, vous est-il facile de parler ou d'entendre parler ?

Notez entre 0 et 20 la facilité avec laquelle il vous est possible de parler ou d'entendre parler

Le deuxième message important dans la vie des établissements d'enseignement est la sonnerie de début et de fin de cours qui rythme la vie des usagers, des professeurs, des élèves comme des employés administratifs. Plusieurs points sont apparus dans les commentaires : certes, l'appréciation du signal mais aussi les variations de l'intensité de ce signal selon l'endroit où l'on se trouve par rapport au lieu d'émission. Il importe donc d'évaluer à la fois si le signal de sonnerie est bien entendu et si celui-ci est agréable.

D'où, le cheminement du questionnement suivant :

Dans cette situation, vous arrive-t-il d'entendre la sonnerie ? *oui*
 non

Si oui, la sonnerie provient :

- d'un autre lieu :* *du lieu où vous êtes* *de partout* *ne sais pas*
 une salle
 un couloir
 la cour de récréation

Entendez vous bien cette sonnerie? Notez entre 0 et 20 l'intensité à laquelle vous l'entendez

Pour vous, la sonnerie est-elle agréable ? Notez entre 0 et 20 combien vous la trouvez agréable

Enfin, la question de la qualité sonore du signal d'alarme appelle deux interrogations, l'intention qu'elle provoque (le but du message sonore étant de faire comprendre qu'il y a danger) et sa netteté (l'évaluation de son intensité) :

Dans cette situation, vous arrive-t-il d'entendre une alarme ? *oui* *non*

Si oui, l'alarme provient :

- d'un autre lieu : du lieu où vous êtes de partout ne sais pas
- une salle
- un couloir
- la cour de récréation
- le quartier ou la ville

Pour vous, que signifie ce signal sonore ? sortir tout de suite

attendre les instructions

il y a le feu

il y a un danger

rester assis

c'est un essai

rien de particulier

ne sais pas

Entendez vous bien cette alarme ? Notez entre 0 et 20 l'intensité à laquelle vous l'entendez

3.3.1.2 Les bruits du collège

Dans l'analyse des questionnaires d'enquêtes auprès des adultes ainsi que dans les commentaires des élèves, les expressions *bruit de "source"* et indication de la *source objet* elle-même sont très nombreuses.

Plusieurs catégories de *source objet* dans l'analyse catégorielle des commentaires des dessins d'enfants ont pu être distinguées: les individus (les "élèves" – *enfants, copains, amis* – et les "adultes" – *professeurs, surveillant, directeur* – et ainsi qu'une autre liste citant *les autres, les gens, les personnes*), le "bruit de porte", le mobilier ("bruit des chaises ou des tables") ainsi qu'un ensemble d'autres bruits selon les contextes étudiés (*petit équipement personnel, infrastructure, éléments extérieur* – ouvrier, avion, véhicule, oiseaux, vent –, *équipements liés au bâtiment* ou au lieu – *craie, tableau, fenêtres, volets, grille*).

Pour le questionnement fermé, les questions portent sur différentes catégories de bruits du collège selon les circonstances (lieux, temps, action) de leur identification :

VOIX, PAROLES, PAS

Dans cette situation, entendez vous des bruits de personnes : qui passent ou qui marchent

qui parlent ou qui discutent

je n'en entends pas

Si vous entendez des bruits de personnes, ceux-ci proviennent :

- d'un autre lieu : du lieu où vous êtes de partout ne sais pas
- une salle du même niveau
- de l'étage au dessus
- de l'étage au dessous
- un couloir du même niveau
- de l'étage au dessus
- de l'étage au dessous
- la cour de récréation
- le quartier ou la ville

Notez entre 0 et 20 l'intensité des bruits de personnes que vous entendez en ce lieu

ROBINETTERIE – VENTILATION – ASCENSEUR

Dans cette situation, entendez-vous des bruits de robinetterie, ventilation ou ascenseur?

oui

non

Si oui, les bruits proviennent :

d'un autre lieu

du lieu où vous êtes

de partout

ne sais pas

Notez entre 0 et 20 l'intensité des bruits d'équipement que vous entendez en ce lieu

PORTE

Dans cette situation, entendez-vous des bruits de porte ?

oui

non

Si oui, les bruits de porte proviennent :

d'un autre lieu :

une salle

un couloir

la cour de récréation

du même niveau

de l'étage au dessus

de l'étage au dessous

du même niveau

de l'étage au dessus

de l'étage au dessous

du lieu où vous êtes

de partout

ne sais pas

Notez entre 0 et 20 l'intensité des bruits de porte que vous entendez en ce lieu

TABLE - CHAISE

Dans cette situation, entendez-vous des bruits de table ou de chaise ?

oui

non

Si oui, les bruits de table ou de chaise proviennent :

d'un autre lieu :

une salle

un couloir

du même niveau

de l'étage au dessus

de l'étage au dessous

du même niveau

de l'étage au dessus

de l'étage au dessous

du lieu où vous êtes

de partout

ne sais pas

Notez entre 0 et 20 l'intensité des bruits de table et de chaise que vous entendez

AUTRES BRUITS

Dans cette situation, entendez-vous d'autres bruits ?

oui

non

Si oui, ces bruits sont-ils :

des bruits de voitures

des bruits de motocycles

des bruits de train

des bruits d'avion

des bruits de travaux

des bruits inconnus

D'où proviennent ces types de bruits ?

du collège

du quartier ou de la ville

ne sais pas

Notez entre 0 et 20 l'intensité des autres bruits que vous entendez en ce lieu

3.3.1.3

Les impressions sonores

Dans les commentaires écrits et oraux, des expressions traduisant des impressions sonores sur les circonstances ont été observées, soit directement, soit indirectement. En conséquence, après

avoir questionné les sujets sur les éventuels *bruits* qu'ils identifient, ils sont interrogés d'un point de vu plus global sur leurs impressions concernant ces *bruits* dans cette situation du collège. Les questions de l'appréciation *spatiale* des phénomènes sonores, de leur prise en compte d'un point de vue *temporel* ainsi que de l'*ambiance sonore* qui en découle, sont donc abordées.

ESPACE

Dans cette situation, percevez-vous un brouhaha ou un bruit de fond? oui non ne sais pas

Si oui, le brouhaha ou le bruit de fond proviennent :

- d'un autre lieu : du lieu où vous êtes de partout ne sais pas
- une salle du même niveau
 de l'étage au dessus
 de l'étage au dessous
- un couloir du même niveau
 de l'étage au dessus
 de l'étage au dessous
- la cour de récréation
 le quartier ou la ville

Notez entre 0 et 20 l'intensité du brouhaha ou du bruit de fond que vous entendez en ce lieu

Pour vous, est-ce que ce lieu résonne ? oui non ne sais pas

Si oui, est-ce agréable désagréable rien de particulier

Notez entre 0 et 20 l'intensité de cet effet de résonance

TEMPS

Dans cette situation, la répétition des bruits que vous entendez, vous dérange-t-elle ? oui non ne sais pas

Si oui, notez entre 0 et 20 à quel point cela vous dérange

Dans cette situation, la durée pendant laquelle vous entendez les différents bruits vous dérange-t-elle ? oui
 non
 ne sais pas

Si oui, notez entre 0 et 20 à quel point cela vous dérange

Dans cette situation, le moment où vous entendez les différents bruits dérange-t-il votre activité ? oui
 non
 ne sais pas

Si oui, notez entre 0 et 20 à quel point cela vous dérange

AMBIANCE

Dans cette situation, l'ambiance sonore vous fait ressentir : un mal être
 un bien être
 rien de particulier

Enfin, le questionnaire se termine sur une question ouverte de commentaires afin de recueillir, si nécessaire, des informations supplémentaires permettant d'expliquer plus finement la situation sonore du collège :

Avez-vous des précisions à apporter sur la situation évaluée ?

Avez-vous des remarques sur le questionnaire ?

3.4 CONCLUSION SUR L'ANALYSE ERGONOMIQUE

Si les fiches d'évaluation sont des outils d'évaluation de la qualité sonore, les informations extraites de ces données restent dans le domaine du *sensible*. Il est alors intéressant de vérifier par la mesure certaines de ces observations. L'idée ici est de vérifier que les mesures classiques utilisées dans la réglementation concernant les établissements d'enseignement, peuvent traduire la qualité perçue de leurs usagers. Si tel est le cas, les mesures acoustiques deviennent ainsi un outil de validation des données sensibles recueillies par l'outil d'évaluation.

4 CAMPAGNE DE MESURES ACOUSTIQUES

Construits depuis moins de 30 ans, ces bâtiments n'ont pas eu à respecter une réglementation acoustique. La réglementation en vigueur au début de l'année 2003 est publiée dans le journal officiel [J.O. 1995] [Norme AFNOR 1982]. Le diagnostic acoustique de ces bâtiments comparé aux réponses d'usagers permet d'observer la pertinence ou les lacunes de cette réglementation concernant le traitement acoustique des établissements d'enseignements.

4.1 LIEUX DE MESURES

Les élèves dessinent un grand nombre de sources "objet", en contexte de situation ou non. Afin d'observer quels sont les lieux les plus significatifs dans les descriptions des ambiances sonores des collèges, leurs occurrences dans les commentaires des dessins d'élèves ont été listés et comptabilisés (Tableau 9). Les principaux lieux cités au travers la description des ambiances sonores sont d'une part le "collège", en tant qu'entité définissant un système fonctionnel propre, avec essentiellement les "couloirs", la "cour de récréation" et les "classes" (avec le poste particulier au "tableau / estrade"), par opposition à ce qui se passe "dehors / extérieur" au collège. Les diagnostics acoustiques des lieux par des mesures classiques portent à la fois :

- sur les qualités du bâtiments : isolation phonique, transmission, bruits d'équipements
- sur la qualité acoustique des salles par l'évaluation de la réverbérance estimée par le calcul du Temps de Réverbération TR, par l'évaluation de la clarté estimée par le calcul de l'indice C50 [REICHARDT 1975], et par l'évaluation de l'intelligibilité estimée par le calcul du RASTI (RApid Speech Transmission Index) [STEENEKEN & al.1967]
- et sur les critères environnementaux par l'évaluation de la force sonore perçue estimée par le calcul du niveau sonore équivalent L_{eq} et par l'évaluation du bruit de fond calculé par le niveau sonore dépassé 90% du temps L_{90} .

Tableau 9. Liste des lieux cités par les élèves dans leurs descriptions des ambiances sonores des collèges

Liste des lieux	Touleuses	Justice	G.Philippe
collège	7%	13%	7%
administration	2%	0%	0%
infirmierie	1%	0%	0%
toilettes	4%	1%	6%
couloirs	14%	17%	12%
escaliers	1%	3%	3%
casier	1%	0%	0%
permanence	3%	2%	1%
classes	24%	27%	18%
bureau, table	3%	2%	0%
tableau, estrade	2%	4%	16%
CDI, bibliothèque	2%	1%	1%
salle des professeurs	0%	1%	0%
rangs de la cantine	3%	0%	0%
cantine	7%	2%	1%
gymnase	3%	0%	1%
la cour de récréation	14%	20%	17%
préau	4%	0%	2%
garage à vélo	1%	0%	0%
dehors, extérieur	3%	6%	5%
entrée, grille	1%	1%	10%
Ensemble	100%	100%	100%

4.2 RESULTATS DES MESURES

Les mesures classiques du bâtiment ont été effectuées dans les lieux qui avaient été signalés par les différents usagers des collèges. On peut remarquer que globalement, il y a une amélioration de la qualité acoustique des salles de cours dans les collèges en fonction de leur date de construction. En effet, même en 1983, le collège G. Philippe satisfaisait déjà à la réglementation en vigueur en 2003 pour la qualité des locaux d'enseignement et leur isolation aux bruits aériens. Pour ce qui est des cantines ou des salles de repos des professeurs, le constat est qu'il n'y a pas d'amélioration et que le traitement des salles (Tableau 10) se fait au coup par coup par l'architecte. On note toutefois qu'un respect de la réglementation pour les temps de réverbération associé à un respect des recommandations qui proposent entre autre une densité d'occupants inférieure à 0,5, s'accompagne dans la majorité des cas d'une qualité d'écoute et de conversation correcte, quelque soit la salle. Il apparaît donc que la réglementation ne soit pas trop difficile à satisfaire d'un point de vue technique pour le respect des isolements aux bruits aériens. Mais, cela ne suffit pas pour assurer la qualité sonore d'un bâtiment. En effet, le collège le plus récent (G. Philippe) suit la réglementation au moins au niveau des isolations aériennes (Tableau 11), mais on peut noter certains commentaires comme par exemple: "*J'entends les enfants parler, crier, courir, faire du bruit dans les couloirs*" (élève de 6^o1). La réglementation apporte ici une réponse insuffisante au problème de l'isolation entre circulations et salles de cours.

Tableau 10. Tableau récapitulatif des critères de salle pour les différents espaces des collèges. Les cases colorées mettent en évidence de grosses faiblesses acoustiques.

	Critères	Collège des Toulouses			La Justice		Gérard Philippe		Réglementation et Recommandations	
Classes		Salle profs	Salle n°8	Salle n°112	Salle de musique	Salle n°115	Salle n°2	-	Moyenne sur 500, 1k et 2kHz,	
	TR s	0.8	1.7	1.5	0.5	0.7	0.8	-	0.4 s<TR<0.8 s	
	C50 dB	+3.8	-3.7	-2.6	+4.4	+3.3	+3.7	-	>3 dB	
	RASTI	0.7	0.5	0.5	0.8	0.7	0.7	-	>0.7	
Circulations		escaliers	couloirs	Rangs de cantine	escaliers	couloirs	couloirs	-	Aire d'absorption équivalente = 2/3 de la surface au sol	
	TR s	1.6	1.8	1.6	1.6	1.8	2.0	-		
Cantines		Salle profs	Cantine enfants	Cantine Profs	Cantine enfants	Cantine Profs	Cantine enfants	Cantine Profs	Cantine enfants	Cantine Profs
	TR s	0.8	0.7	-	0.8	0.7	1.5	1.1	0.6<TR<1.2 Densité<0.5	0.4<TR<0.8 Densité<0.5
	C50 dB	+3.8	+7.8	-	+3.6	+5.8	-4.4	0.4		
	RASTI	0.7	0.7	-	0.7	0.7	0.6	0.7		
	Densité	1.5	0.8	-	0.5	1.0	0.5	0.9		

Tableau 11. Tableau récapitulatif des isolements des salles avec leur environnement proche.

Isolement DnAT	Collège des Toulouses salle 8	La Justice salle de musique	Gérard Philippe salle 2	Réglementation J.O.1995
Extérieur (route)	31 dB(A)	-	30 dB(A)	> 30 dB(A) route
Salle/Salle (rose)	41 dB(A)	37 dB(A)	45 dB(A)	> 44 dB(A) rose
Salle/Couloir (rose)	25 dB(A)	25 dB(A)	28 dB(A)	> 28 dB(A) rose

Tableau 12. Tableau récapitulatif des niveaux réglementaires et des niveaux équivalents dans les différents lieux des collèges en activité.

	Collège des Toulouses									La Justice	G.P.	Réglementation et Recommandations
Niveau Normalisé Ou Niveau équivalent	Cantine enfants	Salle n°8	Salle 112	Salle des prof. couloir	SEGPA Carrelage	SEGPA Couture	SEGPA Pressing	Salle 115	Bureaux Administr.	Salle 2		
LnAT équipement	-	-	69	-	-	-	-	-	-	-	-	< 43 dB(A)
LnAT impacts	-	81	-	-	-	-	-	75	69	70	-	< 67 dB(A)
LnAT chaises	-	61	-	-	-	-	-	55	47	54	-	
Leq en activité	73	-	63	76	78	74	84	61	67	-	-	Atelier bruyant ?
L ₉₀ fond en activité	68	-	44	65	69	57	58	56	-	40	-	
Ecart type	3	-	9	5	6	7	3	2	6	-	-	

Le niveau normalisé LnAT aux bruits d'impact (Tableau12) a tendance à se rapprocher des exigences de la réglementation actuelle, et pourtant cela ne suffit pas à satisfaire les « utilisateurs » du collège qui identifient les chaises comme sources de bruit : " *les chaises font du bruit* ", " *Quand les chaises tombent, ça fait du bruit* " (élèves de 5^o4). On peut remarquer que la réglementation française n'aborde pas le problème du design sonore du mobilier (tables, chaises ou même portes).

On pourrait alors conseiller aux architectes de porter leur attention sur les couloirs et particulièrement sur les deux points suivants: l'isolation avec les couloirs en mettant des portes de qualité ou en éloignant les circulations massives des salles de classes, et l'isolement aux bruits d'impact en mettant aux étages des revêtements de sol sur sous-couche. Il est à regretter que le nouvel arrêté [J.O. 2003], qui traduit la réglementation dans le cadre de la normalisation européenne, soit moins contraignant pour la quantité d'absorbants dans les circulations et moins contraignant pour la qualité isolante des portes entre deux salles de classes.

5 CONCLUSION

Ce travail a permis d'observer trois niveaux de représentations des ambiances sonores pour les usagers de ces établissements d'enseignement :

- L'ambiance sonore comme un **phénomène global** : Dans l'analyse linguistique, l'observation des marques de la personne dans les discours, permet d'observer l'importance de la relation aux autres. L'analyse des ambiances sonores induit alors un traitement du bruit au niveau *fonctionnel* et donc à un niveau plus global de l'organisation d'un bâtiment (gestion des effectifs par volume, gestion des activités, gestion des flux de circulation, etc.).
- L'importance du **statut sémantique des sources sonores** : L'analyse des dessins d'enfants, de leurs commentaires et des réponses des adultes confirme la représentation des ambiances au travers de l'identification de sources objet, dont les principales catégories sont les suivantes : les *usagers* comme sources de bruit, les *signaux sonores* (sonneries, alarmes), les *équipements* (du bâtiment ou petit équipement personnel), les *objets extérieurs* aux établissements. L'analyse de jugements associés aux types d'objets induit alors un traitement du bruit non plus au niveau acoustique mais au niveau de la symbolique de la source objet. En effet, le traitement des sources objet ne peut être implicite quand on observe que les *usagers* eux mêmes sont jugés sources de bruit. Si les activités des élèves sont identifiées comme sources de bruit, il est alors possible d'agir sur l'organisation spatio-temporelle de ces activités dans l'établissement. Cette organisation peut s'appuyer sur l'analyse ergonomique qui a permis de décomposer et de structurer les différentes activités. Comme Haines le suggère [HAINES *et al* 2002], il serait pertinent d'organiser les espaces des établissements d'enseignement suivant les types d'activités des différentes classes (et non pas seulement les types de fonction : cours, circulation, réfectoire).

- Un niveau renvoyant aux connaissances en **acoustique physique** : L'analyse des circonstances (une activités en un lieu à un moment donnée) du jugement de l'ambiance sonore fait ressortir des traits pouvant faire appel aux connaissances en acoustique. Par exemple, si le volume " résonne " ou si " on entend les autres discuter dans les couloirs quand on est en classe ", la mesure physique (d'isolation et de durée de réverbération) rend possible la quantification de ces appréciations. Le jugement du signal sonore de la *sonnerie de cours*, " trop fort ", " strident " ou encore " mal répartie ", fait aussi appel au savoir en design sonore par l'étude du traitement du signal lui même et de sa mise en place dans un contexte spatial.

Chacun de ces niveaux de représentations des ambiances sonores fait appel à des connaissances particulières qui peuvent proposer des solutions pour " *Construire avec les sons* " à différents niveaux dès la conception : prise en compte de la dimension sonore à un niveau global de la conception des établissements d'enseignements, attention particulière à la place de certaines sources de bruit et appel à des spécialiste en acoustique pour des traitements spécifiques.

Le cheminement méthodologique pour évaluer les qualités sonores liées aux usages des établissements d'enseignements a été présenté au travers, d'une part, de l'analyse d'enquêtes auprès d'usagers (élèves, enseignants et administratifs) et, d'autre part, de l'étude de ces établissements en terme de diagnostic acoustique (structure des bâtiments et espaces). L'ensemble de ces recherches a permis d'établir *in fine* des "fiches d'évaluation des ambiances sonores des espaces d'établissement d'enseignement" afin de fournir aux maîtres d'ouvrage et concepteurs les éléments descriptifs nécessaires pour une amélioration de la prise en compte des dimensions sonores dans de futures constructions. Cette fiche doit être remplie par les divers acteurs de la vie de l'établissement pour faire un bilan de qualité des ambiances sonores d'un établissement. Ces informations, mises à la disposition des concepteurs, peuvent servir d'exemples de situations déjà existantes. Un outil informatique doit être développé pour permettre à la fois de remplir les fiches par les usagers des établissements scolaires et pour permettre de mettre ces informations directement à la disposition des concepteurs. Il sera donc naturellement intéressant de profiter des possibilités offertes par les serveurs Internet pour diffuser ces données. A la fin de chaque fiche renseignant sur l'évaluation d'une situation, un lien pourrait être prévu avec la réglementation en vigueur, avec un enregistrement de la sonnerie, avec des photos ou bien même avec des vidéos, avec un rapport de mesures s'il a été effectué par des acousticiens. On peut même imaginer avoir un lien avec les plans des collèges concernés. Tous ces liens permettront d'illustrer de façon interactive les situations présentées par les fiches.

La recherche menée sur cette période n'avait pas de prétention d'exhaustivité. Les observations ont été nécessairement limitées dans le temps et dans les lieux expérimentés. Il conviendra donc de continuer à développer, compléter cet outil de "diagnostic" en le rendant aisément utilisable et convivial pour un usage d'aide à la conception sonore pour les acteurs de la construction, concepteurs et maître d'ouvrage.

6 BIBLIOGRAPHIE

- (dossier) (1995) « Moins de bruit à l'école ». In *Echo Bruit*; n°67:2-9
- JOURNAL OFFICIEL (1995) Arrêté du 10 janvier, *Limitation du bruit dans les établissements d'enseignement*.
- JOURNAL OFFICIEL (2003) Arrêté du 28 mai, *Limitation du bruit dans les établissements d'enseignement*.
- NORME AFNOR (1982), NF S 31-057, *Vérification de la qualité acoustique des bâtiments*.
- CABON P. (1992) *Maintien de la vigilance et gestion du sommeil dans les systèmes automatisés. Recherche de laboratoire. Applications aux Transports Ferroviaires et Aériens*. Thèse de doctorat de l'Université René Descartes Paris V.
- CHELKOFF G. et al (1987) *Conception et usage de l'habitat : proxémies sonores comparées*, Grenoble Cresson.
- DAVID S. (1997) "Représentations sensorielles et marques de la personne : contraste entre olfaction et audition" in : DUBOIS D. [éd] *Catégorisation et cognition : de la perception au discours*, Paris Kiné.
- DUBOIS D. et al (1998) *Etude de la qualité sonore des espaces verts de la Ville de Paris*, Rapport.
- DUBOIS D. (2000), *Categories as acts of meaning: the case of categories in olfaction and audition*, Cognitive Science Quartely, 1, 35-68, <http://www.iig.uni-freiburg.de/cognition/csq>.
- GUASTAVINO C. (2003), *Etude sémantique de la perception des basses fréquences dans les ambiances sonores urbaines*, thèse de doctorat de l'Université du Maine.
- HAINES M., STANSFELD S. (2002) *The effects of environmental noise on school children : summary of effects and review of intervention studies*. In : *Acoustique & Techniques* n°28 :34-39.
- HAMAYON L., FRITSH D. (1994), *Confort acoustique dans les locaux de restauration scolaire*, Ministère de l'Environnement.
- IGNAZI G. et al (1986) *Ergonomie et conditions de travail d'une usine de fabrication d'aluminium*. Projet "Design to cost"; Anthropologie Appliquée, AA 200/86, octobre 1986.
- IGNAZI G. et al. (2001) *Anthropologie et ergonomie de l'espace public; Approche Eco-Ethnologique, Ergonomique et Environnementale du transport public urbain*. Rapport de Recherche ACI Ville; MENRT.
- LE GOFF O. (1994) *L'invention du confort : Naissance d'une forme sociale*. Presse Universitaire de Lyon.
- MAFFIOLO V. (1999) *De la caractérisation sémantique et acoustique de la qualité sonore de l'environnement urbain*, thèse de doctorat, Université du Mans, 1999.
- MZALI M. et al (2000b), *The acoustical comfort inside trains: the passengers' point of view*, Internoise congress, august 2000, Nice.
- REICHARDT W. (1975), *Definition und Messgrundlagen eines objektiven Masses zur Ermittlung der Grenze zwischen brauchbarer und unbrauchbarer Durchsichtigkeit bei Musikdarbietungen*, *Acustica* 32, pp.126-137.

STEENEKEN H.J.M., HOUTGAST T. (1980), *A physical method for measuring speech transmission quality*, J.A.S.A. vol.67,pp. 318-326.

THFOIN C. (1996), *La qualité acoustique des lycées et des collèges. Une aide à la programmation et à la décision*, Ministère de l'environnement, Mission bruit.

VIOLLON S. (2000) *Influence des informations visuelles sur la caractérisation de la qualité acoustique de l'environnement urbain*, thèse de doctorat, Université de Cergy-Pontoise.

VOGEL C. (1999) *Etude sémiotique et acoustique de l'identification des signaux sonores d'avertissement en contexte urbain*, thèse de doctorat, Université Paris 6.