

SON ET BRUIT

Emna Amous

Encadrement de

Armand Béhar

Jean Detrez

Sylvie Lavaud

Table des matières

Introduction	4
Contexte.....	4
Problématique.....	4
Analyse de la situation.....	5
Définition du bruit.....	5
Caractéristiques du bruit	5
Pression acoustique	5
Durée.....	6
Fréquence	7
Autres facteurs	7
Origines des nuisances sonores.....	8
L'homme dans son habitation domestique.....	8
L'homme dans son lieu de travail.....	8
L'homme dans ses loisirs.....	8
L'homme au contact des moyens de transport.....	8
Outils d'identification des sources de bruit en milieu urbain.....	11
Influences de ces nuisances sonores sur l'individu	14
Les effets physiologiques.....	15
Les lésions auditives.....	15
Les pathologies cardiovasculaires	15
La perturbation du sommeil	16
Les effets psychologiques.....	16
Risques pour l'enfant.....	17
Solutions pour réduire les effets des nuisances sonores	18
Préconisations juridiques et réglementaires	18
En Europe	18

En France	18
En région d'Ile-de-France.....	19
Politiques urbaines et aménagement du territoire	19
Trafic routier	20
Trafic ferroviaire.....	22
Solutions techniques améliorant les produits.....	24
Voiture et train moins bruyants.....	24
Avion moins bruyant	26
Ordinateur moins bruyant.....	27
Ventilateur moins bruyant.....	28
Habitation moins bruyante.....	29
Solutions de sensibilisation et d'alerte	29
Mobilier urbain : Bruit rose.....	29
Espace interactif : Atteindre le silence.....	30
Architecture musicale : LOFI.....	31
Radiateur d'appoint : Eléments.....	32
Installation vidéo interactive : Vibrations	33
Conclusion	34
Bibliographie.....	35

Introduction

Contexte

L'écologie émerge dans le débat contemporain comme le facteur de décision incontournable. Les résultats énoncés par les spécialistes de l'écologie ont des répercussions profondes sur nos représentations et nos expériences.

En outre, l'environnement devient une question primordiale au même titre que la santé ou que l'économie. Les gens veulent aller plus loin que leur bac de recyclage : la population se remet beaucoup plus en question qu'il y a dix ou quinze ans.

Toutefois, la diversité des enjeux soulevés par les connaissances écologiques est fragmentée entre divers milieux professionnels qui se connaissent peu et qui échangent encore insuffisamment. L'établissement des passerelles et la mise en relation des divers acteurs est plus que jamais une nécessité de nos jours. La confortation des décisionnaires, chercheurs et société civile doit être favorisée afin d'améliorer les résultats dans ce domaine.

La sensibilisation régulière des usagers à ces questions reste une nécessité. En effet, l'évolution des contraintes quotidiennes et des modes de vie fait évoluer en parallèle les effets secondaires et les nuisances écologiques.

Problématique

Les nuisances sonores sont au cœur des problèmes de la société moderne. Les modes de vie actuels accentuent ce genre de pollution. Par exemple le trafic routier est considéré comme la source la plus importante de nuisance en milieu urbain.

Aujourd'hui, quel que soit l'endroit : moyen de transport, parc, square, marché ou aire de jeux ; quel que soit l'activité professionnelle : opérateur sur une chaîne de montage ou vendeur dans un magasin ou encore cadre supérieur dans un espace ouvert « open space » ; ils subissent tous cette pollution sonore.

Ces nuisances affectent la santé, exacerbent les nerfs, accentuent le stress et troublent les humeurs des personnes.

Les questions qui se posent :

- Quelles sont les origines des nuisances sonores et comment les évaluer ou mesurer?
- Quels sont les effets des nuisances sonores sur l'individu?
- Quelles sont les solutions pour réduire ces effets?

Analyse de la situation

Définition du bruit

Le bruit est un son ou un ensemble de sons qui se produisent en dehors de toute harmonie régulière. » (Dictionnaire de l'Académie Française.)

Sur le plan scientifique, l'AFNOR (Association française de normalisation) définit le bruit :

- sous l'angle psychoacoustique (NF S30-105) « toute sensation auditive désagréable ou gênante »
- sous l'angle physique (NF S30-101) c'est une « vibration acoustique, erratique, intermittente ou statistiquement aléatoire ».

Pialoux propose la définition du clinicien : « sensation auditive de type et d'intensité variable mais de caractère désagréable, en rapport avec l'activité humaine, pouvant entraîner des réactions au niveau de l'organisme et plus particulièrement au niveau de l'appareil auditif.

Caractéristiques du bruit

La perception du caractère hostile du son est très subjective, elle dépend significativement des personnes. Plusieurs études et tentatives existent afin d'objectiver ces perceptions et d'évaluer ces nuisances sonores selon des grilles et d'analyse des échelles de mesures.

Pression acoustique

L'unité de mesure du son est le décibel (db) qui correspond à la plus petite pression acoustique susceptible d'être perçue par l'homme. Pour prendre en compte le niveau réellement perçu par l'oreille, on utilise un décibel physiologique appelé décibel A [dB(A)].

Elle exprime la quantité d'énergie vibratoire reçue par seconde et par mètre carré et permet de connaître la sensation de force d'un bruit (ou sonie).

Le sonomètre est l'appareil utilisé pour mesurer l'intensité d'une ambiance bruyante. Il donne une mesure le plus souvent en décibels pondérés A ou dB(A).

L'exemple suivant illustre à partir du calcul logarithmique les difficultés de la lutte contre le bruit :

- si une source émet un bruit à 90 dB, deux sources de même puissance ne produiront que : le résultat est de $90 + 3 = 93$ dB
- réciproquement, si l'on divise par deux la puissance sonore d'un moteur produisant un bruit de 93 dB, le résultat final sera un bruit de 90 dB.

Les valeurs limites en termes de bruit fixées par la réglementation se définissent grâce à la notion "d'émergence". L'émergence est la différence entre le niveau de bruit ambiant,

comportant le bruit particulier à l'origine de la gêne, et le niveau de bruit résiduel, constitué par l'ensemble des bruits habituels correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement normal des équipements.

Voici à titre d'exemple, quelques niveaux de bruits:

Sources de bruit	Mesure du bruit	Niveaux de bruit
Silence	0 dB	Seuil d'audibilité
Bruissement de feuilles	20 dB	
Intérieur d'un appartement calme	35 dB	
Conversation animée	65 dB	Seuil de gêne ou de fatigue
Klaxon	85 dB	Seuil de risque pour l'audition
Discothèque	95 dB	Seuil de danger pour l'audition
Marteau-pilon	120 dB	Seuil de la douleur

Durée

Le facteur temps peut rendre un bruit traumatisant à deux niveaux :

- selon la vitesse d'installation, c'est-à-dire son impulsion ;
- selon sa durée proprement dite.

On distingue donc trois types de bruits, qui sont :

- les bruits impulsionnels ou transitoires d'une durée inférieure à 1 seconde. Parmi ceux-ci, les transitoires brefs, inférieurs à 300 ms, comme les détonations des armes à feu. On peut en rapprocher les bruits d'impact produits par la collision de deux masses ; exemple de bruits industriels d'impact : ceux réalisés par l'estampage, l'emboutissage, le rivetage, le martelage...
- les bruits continus de durée supérieure à 1 seconde, classés selon leur fluctuation d'intensité en bruits stables, bruits fluctuants, bruits intermittents ;
- en fait, sur les lieux du travail, les bruits sont souvent mixtes. La difficulté sur le terrain est d'apprécier la « dose sonore » reçue au cours d'une journée, pendant 8 heures, dose qui va tenir compte des variations d'intensité. Pour ce faire, on a coutume d'utiliser des équivalents. Ainsi, le niveau pondéré

équivalent L_{Exd} , où d est la durée d'observation pendant laquelle on mesure l'énergie acoustique pondérée.

En médecine du travail, on calcule le niveau quotidien d'exposition sonore sur une période de 8 heures et on le nomme L_{Ex} (8h). De la même manière, on peut déterminer le niveau hebdomadaire. Pour tenir compte du caractère impulsionnel d'un bruit, il existe une deuxième valeur réglementaire : le niveau de pression acoustique de crête exprimé en dB et noté L_{pc} . Il traduit le niveau maximal que peut prendre la pression acoustique instantanée durant la journée de travail.

Fréquence

La cochlée humaine peut entendre des sons entre 16 et 16 000 Hz. Les fréquences aiguës sont plus nocives que les fréquences graves. Ainsi, les scies, dans l'industrie du bois, altèrent fréquemment le 6 000 et le 8 000 Hz.

Il peut être intéressant pour analyser un bruit industriel de connaître son spectre de fréquences; on le décompose en bandes à pourcentage constant de la fréquence centrale. Par exemple, on réalise le spectre par bandes d'octave ou de tiers d'octave d'un moteur et on peut ainsi comparer l'effet d'atténuation de tel type de matériau isolant.

Autres facteurs

Nous ne pouvons pas seulement tenir compte du nombre de décibels produits, il faut considérer la structure ou le caractère du bruit en cause. Dans le cas des silencieux bruyants de voitures ou de motos, il s'agit toujours d'équipements qui grondent, pétaradent ou souvent les deux à la fois. Pareil bruit n'engendre pas du tout la même nuisance sonore qu'un son homogène. Nous avançons que lorsqu'un son grondant ou pétaradant est produit, il faut ajouter 10 décibels à ce qu'enregistre le sonomètre pour rendre compte de la nuisance et par conséquent de l'irritation ressentie par la population.

L'aménagement du poste de travail (à l'air libre, dans une enceinte réverbérante ou absorbante) et la proximité de la source renforcent le caractère nocif d'un bruit.

Origines des nuisances sonores

Les sons perçus par l'oreille humaine sont souvent agréables, souhaités, recherchés, mais quand ils sont non désirés, qu'ils sont intenses, déplaisants ou inattendus alors ils deviennent bruits. Les sons et les bruits accompagnent toute action de vie de l'homme.

Nous pouvons distinguer trois lieux différents qui permettent de caractériser plusieurs origines de nuisances sonores.

L'homme dans son habitation domestique

Le ronronnement des machines utilisées à la maison comme le réfrigérateur, l'aspirateur, le climatiseur est une source de nuisances que l'homme subit quotidiennement chez lui.

La concentration des agglomérations urbaines génère des désagréments de nuisances sonores de voisinage dans les immeubles d'habitation.

L'homme dans son lieu de travail

Quel que soit le poste au travail (opérateur, technicien, ou cadre supérieur...) quelque soit l'activité (industrielle, administrative, commerciale grandes surfaces ou bancaire), le bruit, la nuisance sonore, le désagrément remplissent l'espace.

L'opérateur sur sa chaîne de montage subit le bruit des machines, le technicien ou le cadre supérieur dans leurs bureaux subissent le bruit des ordinateurs et des ventilateurs.

L'émergence d'espaces ouverts «open space» au travail et la limitation des bureaux individuels afin de faciliter la communication et les échanges entre les employés donne naissance à une nouvelle forme de nuisance sonore : les conversations des autres.

L'homme dans ses loisirs

La prolifération des espaces commerciaux, des salles de jeux, des discothèques amenant des foules de grande taille à se réunir, l'expansion des moyens performant d'audition : (baladeurs, chaînes Hifi, ...) ou encore l'installation de nouvelles habitudes telles que le bricolage grâce à la simplification des outils/machines, toutes ces nouvelles formes génèrent des nuisances sonores.

L'homme au contact des moyens de transport

Les moyens de transport sont considérés comme la source principale de nuisance sonore, ces dernières sont subies par l'homme quelque soit l'endroit où il se trouve (chez lui, au travail, dans la rue). Ces désagréments sont subis non seulement par les usagers mais également par les riverains. Ces nuisances se trouvent davantage dans le milieu urbain que rural.

Les trois modes de transport (routier, ferroviaire et aérien) présentent des points où ces désagréments sont à leur maximum : les grands carrefours, les gares et les aéroports.

L'avion génère le niveau sonore le plus élevé, mais combiné avec la durée de la gêne occasionnée, ce moyen de transport n'est pas perçu en général comme le moyen le plus bruyant à la différence du trafic routier. Pour les riverains des aéroports ou les opérateurs sur les pistes d'atterrissage, l'avion reste la source principale de leur gêne.

Le tableau ci après présente une échelle des niveaux de pression acoustique de différents bruits familiers, exprimés en décibels (dBA). Ce tableau nous permet de comprendre pourquoi des études ont montré qu'en ce qui concerne l'effet des nuisances sonores de la circulation routière, le seuil de tolérance de la population se situe vers 60 dB(A) le jour et vers 50 dB(A) la nuit. À partir de 90 dB(A), on peut sans équivoque parler de nuisance publique et d'agression psychophysiologique. Nous intercalons dans ce tableau les données correspondant au bruit d'une voiture puis à celui d'un camion en route, repère nous servant souvent de point de comparaison entre les véhicules faisant un bruit insupportable comparativement aux véhicules dont le bruit est supportable.

Sur cette grille, nous positionnons également les niveaux sonores d'une moto, d'un métro et d'un avion.

Les nuisances sonores dues à la circulation peuvent être identifiées en effectuant des mesures au sonomètre sur le trottoir tout près de la voie de service d'une autoroute.

La superposition de plusieurs bruits rend la situation agressive et insupportable :

- voiture correctement équipées (65 à 75 dBA)
- camion de taille moyenne (85 dBA)
- moto générant des bruits pétaradant, grondant ou rageant

Événement acoustique	Mesure du bruit (dBA)	Effets à un mètre de distance
Seuil d'audibilité	0	aucun bruit
Respiration normale	10	À peine audible
Tic-tac d'une montre, chuchotement	20	À peine reconnaissable
Conversation à voix basse	30	Très doux
Réfrigérateur	40	Doux
Bureau paisible, climatiseur	50	Confortable
Conversation normale	55-60	Confortable pour communiquer
Voiture roulant à 60 km/h à 20 mètres	65	75, à 3 mètres.
Lave-vaisselle, sèche-cheveux	70	Incommodant, gênant pour la conversation téléphonique
Nombreuses usines, camion diesel, Trafic urbain, aspirateur	80-85	Rend la conversation difficile, nuit aux apprentissages Risque à l'audition si exposition 8h/jour, fatigue
Camion roulant à 50 km/h à 20 mètres	85	
Méto, moto	90	Gênant et très stressant
Scie ronde, motocyclette, motoneige, baladeur à volume max.	100-105	Risque à l'audition si exposition plus de 15 min/jour
Scie mécanique, marteau piqueur	110	Risque à l'audition si exposition plus de 1 min/jour
Sirène d'ambulance, discothèque	120	Vibrations ressenties sur tout le corps
Fusil pneumatique	130	Risque de traumatisme à l'oreille, début de douleur
Avion à réaction (à proximité)	140	Douleur à l'oreille, traumatisme irréversible

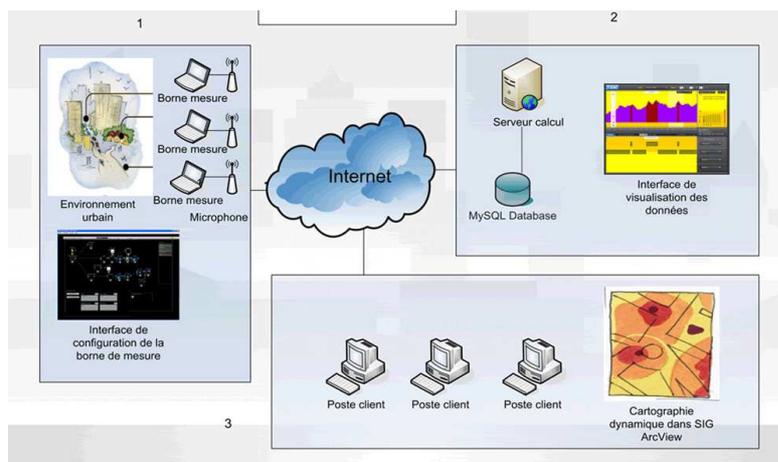
Source: Mémoire de l'ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec (juin 2005)

Outils d'identification des sources de bruit en milieu urbain

De nombreux outils ont vu le jour pour caractériser le bruit, distinguer les différents types et surtout avoir une visualisation instantanée sur une minute et non plus sur une période de 12 heures.

L'outil, présenté ci-dessous, est structuré autour de trois modules. Il permet à partir de mesure puis traitement des données de fournir une représentation en 2 ou 3D de la cartographie du bruit en temps réel :

- Le module 1 représente la configuration du système de mesure
- Le module 2 représente le conditionnement au niveau de serveur des données mesurées. La représentation temporelle des données via le Web y est effectuée;
- Le module 3 fournit la représentation spatiale des données à travers des cartes animées dans le SIG ArcView.



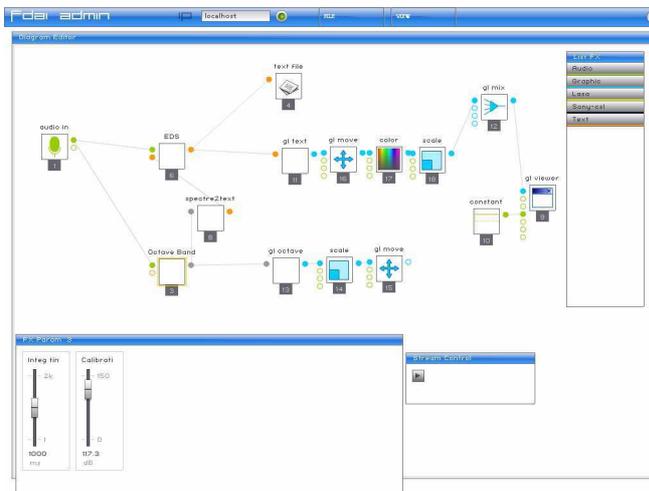
Synopsis technique du système FDAI (Forme Descriptors to Automatic Identification)

Mesure et identification des sources sonores

La première étape consiste à effectuer les mesures.



Le microphone est placé à deux mètres de la façade et à 4 mètres au dessus de la rue. Le microphone est connecté à un ordinateur qui calcule en temps réel des critères tels le LAeq et les bandes d'octaves mais également la détection de sources sonores.



Interface de configuration du logiciel de mesure

Ce logiciel fonctionne en bloc diagramme. Chacun des blocs est paramétrable et réalise un traitement spécifique (calcul du LAeq, acquisition du signal audio, identifications), les blocs sont alors connectés entre eux.

Chaque minute, les données calculées (qui sont une dématérialisation du contenu sonore en une information utile, par pas d'une seconde, et peut gourmande en place) sont enregistrées sur des fichiers textes. Ceux-ci sont automatiquement envoyés sur le serveur de calcul via Internet.

Représentation Temporelle des données

Le serveur reçoit donc les données provenant de chaque point de mesure toutes les minutes et les insère progressivement dans des bases de données MySQL.

A cette étape, l'évolution temporelle des données en provenance de chaque borne peut être visualisée sur Internet.



Représentation temporelle des données mesurées/calculées à travers l'interface Web

Cette copie d'écran représente en haut l'évolution du LAeq mesuré en un point.

Les couleurs sont les projections des sources identifiées mentionnées sur le cadre inférieur (voiture, Cyclomoteur, Voix, Bus).

En haut à gauche, nous avons l'affichage des bandes d'octaves correspondant à une partie sélectionnée de la courbe du LAeq.

Représentation des cartographies de bruit existantes



La cartographie du bruit par la Mairie de Paris en 2D/3D

Les cartes de bruits sont à ce jour basées sur des modélisations du trafic routier qui est considéré comme la source la plus importante de nuisance en milieu urbain.

Connaissant le nombre de voiture et leur vitesse pour chaque axe routier, un calcul est effectué pour définir le niveau sonore et déterminer à l'aide de modèles la dispersion de ce bruit. On peut ainsi calculer les volumes sonores sur les façades des bâtiments à différentes hauteurs. On obtient ainsi une carte sur une grande zone de bruit.

Influences de ces nuisances sonores sur l'individu

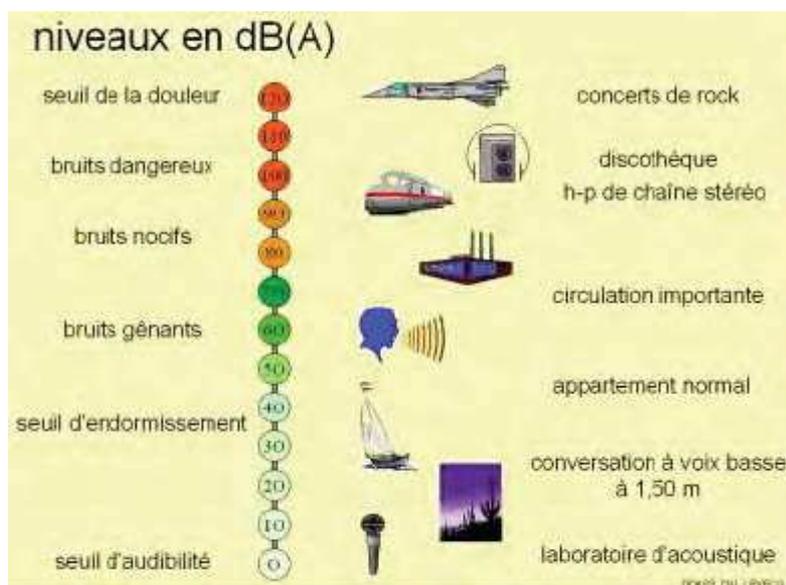


Comme décrit ci-dessus, un son peut, lorsqu'il n'est pas désiré ou lorsqu'il dépasse un certain niveau, revêtir un caractère hostile et être qualifié de "bruit". Les niveaux sonores, comme analysés ci-dessus, les fréquences et la durée des sons peuvent être aisément mesurés de façon objective. Leur caractère désagréable est par contre beaucoup plus difficile à objectiver car il dépend surtout de perceptions individuelles.

En dépit de ce caractère subjectif et donc individuel, de nombreuses études scientifiques montrent et prouvent que le bruit induit des effets nuisibles sur la santé : les effets physiologiques et les effets psychologiques.

Ces effets sont particulièrement importants pour les enfants.

- capacités moindres que les adultes à s'adapter au stress
- facultés d'apprentissage altérées par les nuisances sonores à des moments critiques de la vie



Les effets physiologiques

Les effets physiologiques les mieux identifiés sont les lésions auditives les pathologies cardiovasculaires et la perturbation du sommeil.

Les lésions auditives

Parmi les principaux effets auditifs, le traumatisme acoustique est causé par un bruit bref mais de très forte intensité (explosion de pétard par exemple). Dans ce cas, les structures de l'oreille sont endommagées. L'exposition à un bruit intense (concert fortement sonorisé, par exemple) peut provoquer un bourdonnement des oreilles.

Ces symptômes appelés acouphènes se caractérisent par des sons émis par l'oreille interne elle-même, ou dûs à une mauvaise circulation sanguine dans les structures de l'oreille.

A la suite d'une exposition à un niveau de bruit élevé, une surdité passagère peut également apparaître. Elle correspond à une augmentation temporaire du seuil d'audibilité. Si les expositions se renouvellent de façon chronique ou sont particulièrement intenses, surdité et acouphènes peuvent alors s'installer de façon définitive.

Dans le cadre des études épidémiologiques, les effets auditifs à court terme peuvent être quantifiés par la réalisation d'un audiogramme avant et après une exposition.

Les études s'intéressant aux effets auditifs à long terme comparent des niveaux d'exposition au bruit variant d'un extrême à l'autre, ou graduellement. Toutes ces études concluent à l'existence de liens significatifs entre l'exposition au bruit à un niveau élevé et la perte auditive. En particulier, les études pour lesquelles une mesure objective de l'exposition est disponible indiquent une perte significative d'audition associée à une exposition prolongée à des niveaux sonores supérieurs à 90dB(A).

Pour la population adulte, la plupart des études insistent sur l'importance des expositions liées à des activités particulières telles que l'écoute de musique à des niveaux sonores élevés, la pratique d'activités de bricolages bruyantes, la pratique du tir ou de la chasse, et enfin la pratique ou l'observation de sports mécaniques.

Les pathologies cardiovasculaires

Les impacts du bruit sur le système cardiovasculaire se manifestent à court terme par une modification de la tension artérielle, une augmentation transitoire du rythme cardiaque (dans le cas d'un bruit intense) ainsi qu'une augmentation de la sécrétion des hormones de stress.

S'agissant des effets à long terme, certaines études montrent, en relation avec l'exposition au bruit, une augmentation de certaines maladies cardiovasculaires telles que l'angine de poitrine, l'hypertension et l'infarctus du myocarde. Mais les conclusions que l'on peut tirer de ces études doivent demeurer prudentes. La relation causale entre le bruit et les affections cardiovasculaires est en effet très incertaine car de nombreux facteurs individuels (âge, poids, hérédité) et comportementaux (tabagisme, alimentation, alcool) ainsi que l'interaction du bruit

avec d'autres éléments de l'environnement pourraient aussi intervenir dans l'explication des résultats observés.

La perturbation du sommeil

Les effets du bruit sur la perturbation du sommeil sont étudiés sur l'homme de manière expérimentale (exposition à des niveaux de bruit contrôlés en laboratoire) et par des études épidémiologiques comparant des zones urbaines soumises à des niveaux de bruit, plus ou moins élevés, liés au transport routier ou aérien. Les effets observés se manifestent à court terme et se traduisent par une difficulté d'endormissement, des éveils au cours de la nuit et des troubles du sommeil. A plus long terme, ces troubles du sommeil peuvent nuire à l'efficacité au travail, à l'apprentissage (surtout durant l'enfance), à la capacité de conduire.

Les effets psychologiques

Contrairement aux effets physiologiques décrits précédemment, les effets psychologiques sont beaucoup moins aisément mesurables de façon objective.

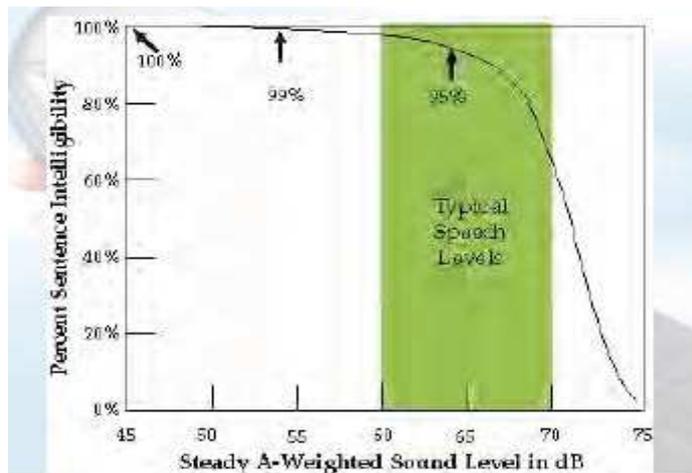
Par exemple, dans le cas de la gêne, qui est l'un des principaux effets psychologiques associés au bruit, sa définition précise est bien difficile car la perception du bruit est subjective et sa tolérance varie d'un individu à l'autre. La gêne peut ainsi apparaître à des niveaux de bruit très faibles. Dans ce cas, il semble que ce ne soit pas l'intensité sonore qui soit déterminante mais son caractère (répétitivité, gamme de fréquence), l'impossibilité de pouvoir le contrôler ou les sentiments ressentis à l'égard de la personne ou de l'activité à l'origine du bruit.

Les nombreux effets de la gêne peuvent être regroupés en deux grands types : les impacts sanitaires proprement dits, tels l'apparition de pathologies psychiatriques (anxiété, dépression) ou psychosomatiques et les effets en termes de modification des comportements (être obligé de fermer ses fenêtres ou de déménager pour se soustraire au bruit).

Les études épidémiologiques comparant la gêne rapportée par les individus à leur exposition réelle montrent que, s'il existe bien une relation globalement positive entre l'exposition et la gêne, de nombreux facteurs de confusion, dont des facteurs socio-économiques, la sensibilité individuelle au bruit et l'âge, interviennent dans cette relation.

Le bruit et la gêne qu'il entraîne peut ainsi affecter la santé mentale de personnes très exposées en déclenchant chez elles du stress répétitif. Ainsi, des études menées près de certains grands aéroports ont montré des liens entre les niveaux d'exposition au bruit et certaines affections neuropsychiatriques.

Enfin, le bruit altère la communication, rend nécessaire un effort soutenu pour la compréhension et provoque des difficultés de concentration. Ces effets entraînent une diminution des performances lors de travaux intellectuels et d'apprentissage.



Intelligibilité de la parole

Risques pour l'enfant

La communauté scientifique considère que des preuves suffisantes et cohérentes montrent que l'exposition chronique au bruit (avions ou trafic routier) entraîne une atteinte des fonctions cognitives et plus généralement de la santé des enfants. Diverses études ont montré que :

- Le bruit diminue les performances cognitives ;
- Il y a une association significative, mais un peu moindre, avec la baisse de la sensation de bien-être et la motivation ;
- Quelques données existent sur les effets en terme de tension artérielle et sécrétion de catécholamines (adrénaline et noradrénaline) ;
- Il y a peu de preuves concernant la santé mentale, la sécrétion de cortisol et l'altération de la qualité du sommeil.

Dès 1975, une première étude a montré que les enfants dont les écoles étaient situées à proximité de voies ferrées étaient plus susceptibles de perdre une année de scolarité par rapport à des écoles plus éloignées.

En 1993, Gary Evans, chercheur à l'université Cornell a publié dans Children's Environments que des enfants exposés au bruit présentaient des troubles sanitaires et des difficultés d'apprentissage, contrairement aux enfants non exposés.

L'élévation de la tension artérielle, des difficultés de discrimination de certains mots, un retard dans le développement cognitif, sont quelques manifestations rapportées dans cette étude.

Solutions pour réduire les effets des nuisances sonores

Face à ces nuisances grandissantes des bruits, plusieurs réponses sont apportées à différents niveaux.

Nous identifions des réponses apportées par les politiques et les décideurs de l'administration (réponses juridiques et réglementaires). Nous trouvons également des solutions d'urbanisme et d'aménagement du territoire. Nous constatons aussi que des solutions techniques ont vu le jour pour améliorer la performance acoustique des produits (produits moins bruyants, isolant sonore, produits de protection). Nous identifions également des réponses éducatives et artistiques de sensibilisation et d'alerte.

Préconisations juridiques et réglementaires

En Europe

Dans le cadre de la lutte contre les nuisances sonores, la Directive 2002/49/CE du 25 juin 2002 définit un cadre pour éviter, prévenir ou réduire les effets nuisibles de l'exposition au bruit perçu dans les espaces bâtis, les parcs publics ou dans d'autres lieux calmes, dans les écoles, aux abords des hôpitaux ainsi que dans d'autres bâtiments et zones sensibles au bruit. Cette Directive implique :

- la mise en place d'indicateurs de mesure du bruit communs aux Etats Membres
- la réalisation d'une "cartographie stratégique du bruit" permettant l'évaluation de l'exposition au bruit dans une zone soumise à différentes sources de bruit
- l'adoption, à partir des cartes, de plans d'actions visant à gérer les problèmes de bruit et de ses effets.

On estime qu'environ 20% de la population de l'Europe, soit 80 millions de personnes souffrent des nuisances sonores, principalement dans les grandes villes où celles-ci sont de fait plus nombreuses. Dans les villes de plus de 100 000 habitants, l'établissement d'une cartographie des nuisances sonores est obligatoire.

En France

Au niveau national, la lutte contre le bruit avait été renforcée par la loi "bruit" du 31 décembre 1992.

Le ministère de l'Ecologie et du développement durable a relancé l'action de l'Etat par la publication, en octobre 2003, d'un Plan national contre le bruit.

Par ailleurs l'application de la Directive 2002/49/CE impliquera pour la France de mettre en œuvre une cartographie des nuisances sonores dans 78 unités urbaines et des actions de prévention et de réduction du bruit.

En région d'Ile-de-France

L'application de la politique de résorption des points noirs dûs au bruit routier et ferroviaire. Le recensement de ces "points noirs" relève de l'autorité des préfets des départements.

Le financement des opérations de résorption des points noirs du bruit se réalise dans le cadre du contrat de plan Etat-Région pour l'aménagement de l'Île-de-France. Les actions engagées concernent prioritairement le traitement des nuisances sonores à la source : mur antibruit, enrobés acoustiques, isolation de façades des habitations privées (dans une moindre mesure), création d'un observatoire régional du bruit (BRUITPARIF).

Cet observatoire créé en juillet 2004 et financé par le Conseil régional aura pour objectifs de mesurer le bruit, d'évaluer la gêne sonore et de diffuser l'information ainsi recueillie aux Franciliens.

L'observatoire aidera également à la constitution des cartes de bruit rendues obligatoires par l'application de la Directive 2002/49/CE.

Enfin, en fournissant des données sur l'exposition des Franciliens au bruit, il jouera un rôle pour l'amélioration de la connaissance de ses effets sanitaires du bruit.

- lancement d'une étude des effets du bruit sur la santé des Franciliens pour évaluer l'impact sanitaire du bruit lié aux différents modes de transport (aériens, ferroviaires et routiers).

A l'image de la région, deux départements franciliens (Paris et le Val-de-Marne) disposent d'un observatoire du bruit dont les principales missions sont :

- d'établir un état des lieux du bruit dans le département et de développer des outils de suivi de son évolution
- de sensibiliser et d'informer les populations sur le bruit notamment par la construction de cartes du bruit
- de créer et d'animer un lieu de rencontre et de concertation entre les différents partenaires de la lutte contre le bruit

Politiques urbaines et aménagement du territoire

L'exposition au bruit est essentiellement induite par le trafic automobile et aérien. Dans ce domaine, la politique d'aménagement du territoire peut être un moyen efficace dans la prévention des nuisances sonores.

En effet, réduire le volume des transports par un meilleur aménagement de l'espace et de la ville, favoriser des modes de transport non motorisés (piétons, cyclistes) combinés aux transports collectifs, éviter de construire des infrastructures bruyantes à proximité de zones sensibles (écoles, établissements de santé, habitations...) sont autant de mesures pour réduire l'impact, notamment sanitaire, du bruit, à long terme.

La forme des constructions et leurs performances acoustiques permettent également de limiter les nuisances sonores.

Pour cela, chaque collectivité dispose déjà de nombreux outils, par exemple : les plans de circulation peuvent être revus de façon à minimiser les nuisances sonores ; les zones les plus sensibles peuvent faire l'objet d'aménagements spécifiques (zones 30, rétrécissements de chaussée, chicanes,...) ou de restriction de circulation, avec éventuellement une modulation horaire (livraisons et trafic Poids Lourds...) ; le plan de déplacement urbain devrait permettre de privilégier les transports en commun et les modes doux, moins bruyants...

Pour les réseaux routiers, elle peut prévoir un choix de revêtements moins bruyants (revêtements phono-absorbants), assortis d'une maintenance adaptée. Pour les réseaux de transports en commun, elle peut également privilégier des choix de matériel roulant peu bruyant.

Trafic routier

Plusieurs mesures ont été prises sur le plan d'urbanisme et d'aménagement du territoire afin de faciliter le trafic routier et surtout réduire les nuisances sonores engendrées

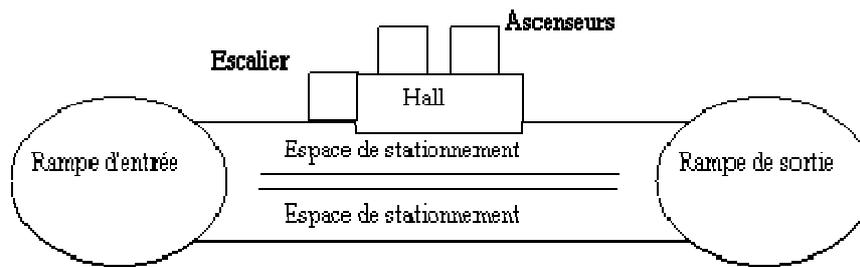
- Appliquer les principes de prévention dans le cadre de l'aménagement du territoire : reconversion des quartiers les plus exposés, implantation d'activités le long des routes pour protéger les quartiers résidentiels, etc.
- Envisager des mesures constructives de protection : mur, butte...
- Etablir et mettre en œuvre un programme d'assainissement des routes communales où les niveaux de nuisances sonores sont dépassés.
- Développer un modèle de simulation de trafic chargé, déterminer l'évolution temporelle du flux de véhicules afin de permettre une estimation plus fine des nuisances au niveau des intersections, éléments du réseau où les fluctuations de vitesse, d'accélération et de direction sont les plus sensibles. Afin de poursuivre cet objectif, ce projet tente de définir, en cohérence avec la précision souhaitée au niveau de la représentation des phénomènes acoustiques, les facteurs à prendre en compte dans le modèle caractérisant le comportement des véhicules et influençant les émissions.

Exemple du parking Lyon Park Auto

Lyon Parc Auto a mené un grand projet de réhabilitation de parking en intégrant les contraintes acoustiques, l'architecture acoustique est composée de 3 dimensions : la gestion de l'acoustique du bâtiment, le système de sonorisation, le choix de la programmation musicale.

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

Ces différentes zones donnent une architecture qui peut-être schématisée comme suit :



L'analyse des origines des nuisances sonores, par ordre décroissant d'importance :

1. le bruit des ventilateurs
2. le faible niveau d'isolation entre étages
3. le bruit de crissement des pneus
4. le temps de réverbération trop long
5. le temps de réverbération insuffisamment homogène à 63Hz et 4KHz
6. le bruit des dalles en béton
7. le bruit de plaques métalliques au sol
8. l'écoulement des canalisations
9. le sol trop dur

Le traitement acoustique architectural d'un point de vue technique a pu en être déduit de façon immédiate.

- Traiter l'acoustique des ventilateurs pour qu'ils produisent un niveau sonore ne dépassant pas 70dB(A) à un mètre
- Intégrer un polymère dans la peinture de sol au niveau des axes de circulation voiture pour réduire fortement les bruits de crissement des pneus
- Concevoir un traitement absorbant au niveau des axes de circulation, des halls et des ascenseurs
- Rendre les dalles béton plus structurelles pour empêcher leur rayonnement aux passages de voitures (un temps de réverbération de 0,8 seconde en moyenne au niveau des axes de circulation, par la mise en place de bac acier perforé avec laine minérale)
- Concevoir des canalisations non sonores.

L'intégration d'une stéréophonie et d'une programmation musicale différenciée par zone, a été également une volonté de rendre ce lieu de parking agréable et surtout lui octroyer une identité sonore.

Rampes d'accès

On a composé une oeuvre musicale électroacoustique sans enregistrement audio, avec des sons synthétiques qui se combinent de manière aléatoire.

Cette composition qui renvoie de longs moments de silence ne produit jamais le même enchaînement sonore, elle est prévue également pour être émise parallèlement à Radio Classique diffusée dans la zone trois.

L'un des intérêts de cette composition sonore est qu'elle diffuse des fréquences qui ne se retrouvent habituellement ni dans Radio Classique ni dans les fréquences émises par les voitures.

L'usager auditeur perçoit des sons de manière inattendue se superposant avec la programmation radiophonique, ce qui a pour objet de réactiver son écoute et de le situer dans l'espace.

Ascenseurs

On a réalisé une oeuvre d'environnement urbain reflétant l'identité sonore du quartier où le parc est situé avec des émergences de conversation ou de sons atypiques. Il est intéressant de donner aux sons quelques effets de réverbération pour contrebalancer avec cet espace qui a une acoustique plutôt mate.

Ce choix intervient aussi pour prendre une distance claire avec les univers de "world music" qui sont produits dans la majorité des espaces publics. Cela renforce une identité qui se construit sur plusieurs niveaux.

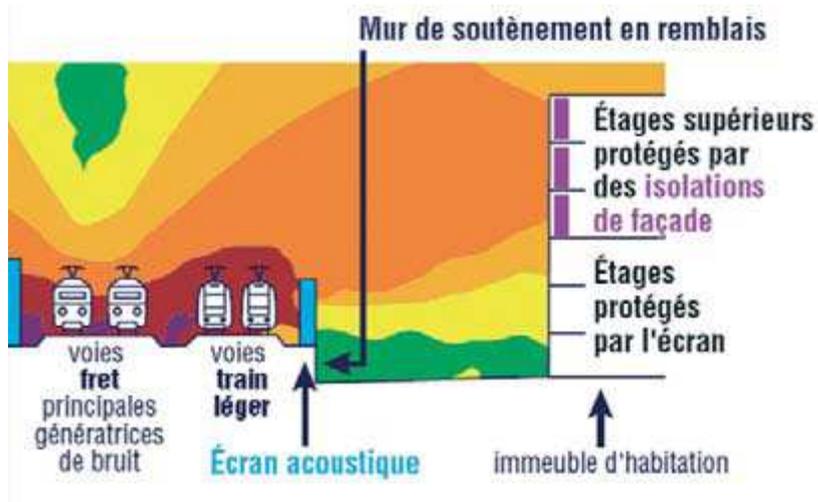
Halls

Si l'on prolonge à l'intérieur des parcs les sensations sonores existantes à l'extérieur, on dispose d'une atténuation de la transition entre espace ouvert et espace fermé, de plus, on informe ou prépare l'usager du dessous à ce qu'il va découvrir dessus.

Pour cela, on a envisagé de remplacer la diffusion de Radio Classique dans les halls par la même composition que celle prévue dans les espaces de stationnement.

Trafic ferroviaire

Le projet tangentiel Nord peut être un exemple afin d'illustrer les solutions dans ce domaine. Grâce à la Tangentielle Nord, les nuisances actuelles dues aux circulations fret seront fortement réduites par la mise en œuvre de mesures concrètes : La réalisation de protections acoustiques le long des voies : 13 km de murs antibruit sur 28 km de ligne. Le choix d'un matériel de type urbain, moins bruyant qu'un train classique, et qui devra présenter des performances acoustiques au moins équivalentes à celles du Tram-Train Aulnay Bondy.

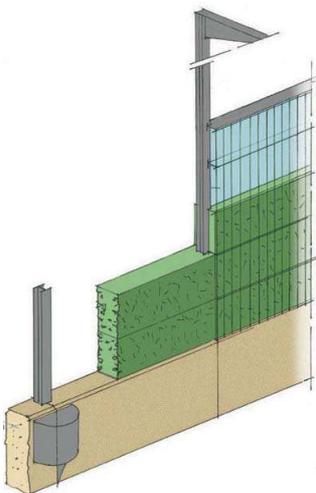


Diffusion du bruit et protections acoustiques

Par mesure de précaution, les études acoustiques ont été établies sur des hypothèses hautes : un maximum de circulation fret sur la Grande Ceinture, cumulée avec les trains de voyageurs du futur projet Tangentielle Nord.

Ces solutions restant expérimentales, les maîtres d'ouvrage ont décidé d'assurer la réduction des nuisances avec des méthodes éprouvées :

- Mise en place d'écrans antibruit (13 km) : avec des écrans positionnés au plus près des voies, il est possible d'obtenir une baisse de 5 à 10 dB(A) ;
- Traitement des façades (80 bâtiments isolés le long de la ligne seront protégés ; cette solution permet d'obtenir une baisse de 10 à 15 dB(A) ;
- Evolution du matériel roulant : en imposant des spécifications acoustiques très strictes (niveaux de bruit maximaux) dans le cahier des charges du matériel destiné à circuler sur la Tangentielle Nord.



Principe d'un écran acoustique

Les écrans acoustiques sont interposés entre la source et le récepteur de bruit. Ils font l'objet d'une recherche architecturale pour s'intégrer le mieux possible dans le paysage urbain.

Solutions techniques améliorant les produits

Voiture et train moins bruyants



Dans le cadre du projet Mimosa, Renault, la SNCF, l'École Centrale de Lyon et Alstom collaborent par exemple sur un modèle mathématique permettant de simuler le bruit de roulement. L'idée est de déterminer une sorte de bruit virtuel, en fonction du design et des performances du véhicule. "Pour un TGV, le pic de bruit se situe juste au-dessus de 300 km/h", explique Daniel Cadet, d'Alstom. "Le bruit de la roue sur le rail augmente alors de façon exponentielle. Dans la mesure où le TGV Est circulera à 320 km/h et que les futurs TGV rouleront à 350 km/h, il faut donc se préoccuper activement du bruit de roulement". Un travail sur le design permet par exemple de concevoir des formes offrant moins de prise au vent, et réduisant de fait les nuisances sonores. Dans le domaine de l'automobile, le pic de bruit se manifeste évidemment à des vitesses moins élevées.

Néanmoins, les constructeurs doivent se pencher à la fois sur le contact entre le pneu et la chaussée, en liaison avec l'industrie routière (projet chez Colas sur l'interaction entre la texture de la route et les caractéristiques des pneumatiques), et sur le bruit des moteurs. Dans ce domaine, les progrès passent souvent par la mise au point de nouveaux instruments de mesure, comme celui, mis au point par PSA avec plusieurs laboratoires, permettant de mesurer le bruit de claquement du piston.

Des véhicules plus silencieux

L'électrification est évidemment une voie radicale pour réduire le bruit de motorisation, comme dans le cas d'un porteur de 10 tonnes, issu d'un modèle de Renault Trucks, électrifié par PVI dans le cadre d'un projet soutenu par EDF et l'Ademe. Mais il existe aussi des solutions pour limiter les émissions sonores des moteurs thermiques. L'en-capsulage des moteurs et l'ajout d'inserts antibruit dans le carter sont autant de pistes de recherche pour réduire à la source les nuisances des poids-lourds, en particulier en site urbain.

Pour sa part l'équipementier Faurecia a travaillé sur la réduction active du bruit par l'utilisation d'actuateurs piézo-électriques.

Exemple 1 : MobiVIP, des véhicules adaptés à la mobilité urbaine



MobiVIP est un projet de recherche et d'expérimentation sur les briques technologiques clés d'un service de mobilité en milieu urbain. Ce service est fondé sur un système de transport composé de véhicules électriques automatisés (Véhicules Individuels Publics) et d'un système d'information s'intégrant dans la politique de gestion globale des déplacements à l'échelle d'un centre ville.

Les véhicules sont conçus spécifiquement pour les déplacements urbains de courte distance ; maniables, silencieux, économes en énergie, ils roulent à la vitesse maximale de 45 Km/h. Le système d'information offre un accès instantané en libre-service, sans contrainte de réservation. Les abonnés ont accès à un véhicule dans leur quartier et l'y ramènent après utilisation ; ils bénéficient de facilités d'accès et de stationnement dans la ville.

Le projet réunit, dans un même programme de R & D, cinq laboratoires de recherche et sept sociétés industrielles (PME). Il a débouché sur des démonstrations de services sur plusieurs sites expérimentaux (Clermont-Ferrand, Nancy, Biarritz, Antibes...). Le fort intérêt suscité à ces occasions a entraîné la création d'une société, VU Log, pour porter la commercialisation. Comme le souligne Georges Gallais, président de la société VU Log : "Il faut maintenant que les professionnels prennent le relais, appuyés sur l'engagement politique fort d'une collectivité, véritable moteur dans la poursuite du projet car pour convaincre et faire évoluer les comportements de mobilité, il faut donner à voir des applications concrètes".

Exemple2 : Radar antibruit



En effet, une société anglaise du nom d'Acoustic Research Laboratoires vient de présenter un radar d'un genre nouveau. D'une apparence identique aux radar contrôlant la vitesse que nous connaissons déjà, ceux-ci sont équipés d'un micro détectant les événements sonores les entourant et se déclenchent dès qu'un niveau prédéterminé est atteint. A ce moment-là, la machine implacable lance un enregistrement de 10 secondes à la fois audio et vidéo afin de constater l'infraction et servir de preuve pour les futures poursuites.

Avion moins bruyant

La maîtrise de l'impact du transport aérien sur l'environnement est une préoccupation commune à tous les acteurs de l'aéronautique : industriels mais aussi compagnies aériennes, autorités de l'aviation civile, gestionnaires d'aéroports, collectivités territoriales et instances réglementaires. De grands progrès ont été réalisés, mais les objectifs restent ambitieux.

L'industrie aéronautique innove constamment en matière environnementale pour concevoir des avions de plus en plus performants dans trois domaines majeurs : les nuisances sonores, les émissions gazeuses et la consommation de carburant. L'investissement massif dans de nouveaux programmes de recherche, que ce soit au sein de leurs propres entreprises ou dans le cadre de coopérations internationales, a permis de réaliser des progrès très sensibles.

En 2003, Airbus a ainsi déboursé 1,8 milliard d'euros en recherche et développement, soit près de 10 % de son chiffre d'affaires. Le motoriste Snecma consacre, quant à lui, 20 % de son budget de recherche et technologie à des programmes directement liés à l'environnement. Un résultat parmi d'autres : l'empreinte sonore à 80 dB(A) – la zone au sol affectée par un bruit supérieur ou égal à 80 dB(A) généré par les avions au décollage et à l'atterrissage – d'un Airbus A320 représente moins du dixième de celle d'un triréacteur de la même taille des années 70.

Agir à la source

Le bruit généré par les avions est la première gêne ressentie par les riverains d'un aéroport. Pour les avions à réaction, il provient de deux sources principales :

- le bruit moteur, lui-même d'origine multiple (le bruit de jet créé par la génération de fortes turbulences dans la zone où les gaz chauds à haute pression éjectés de la tuyère du moteur se mélangent à l'air ambiant, le bruit des parties tournantes du moteur, le bruit de combustion)
- le bruit aérodynamique dû pour l'essentiel aux turbulences créées autour de l'avion par les volets, les becs et le train d'atterrissage, notamment en phase d'approche.



Agir sur les moteurs

Pour réduire les nuisances sonores à la source, il faut agir sur les moteurs, l'aérodynamisme et les matériaux utilisés. Le moteur CFM56 de Snecma – monté notamment sur le B737 et l'A320 - représente, à ce titre, une avancée technologique sans précédent. Equipé de la nouvelle génération de turboréacteurs à fort taux de dilution (rapport entre la masse d'air froid et la masse d'air chaud), il répond aux normes les plus contraignantes en matière de bruit. Le motoriste estime que la tendance à la réduction du bruit va se poursuivre au cours des prochaines décennies mais probablement à un rythme moindre. En effet, les ingénieurs se heurteront à plusieurs limites techniques : d'une part, la capacité des matériaux à supporter de très hautes températures ; d'autre part, la possibilité d'installer sous les ailes des avions des moteurs de grand diamètre.

Agir sur l'aérodynamisme

Snecma participe, comme Airbus, au programme de recherche européen SILENCE(R) lancé en 2001. Celui-ci mobilise 51 organismes autour de nouvelles technologies qui permettront de définir, à l'horizon 2008, un avion réduisant de 6 décibels son niveau sonore. Dans le cadre de ces travaux, Airbus a développé un nouveau type de revêtement acoustique pour les nacelles (capot moteur) dont l'A380 sera le premier bénéficiaire. Ce cylindre parfaitement lisse (" zero splice ") est fabriqué en une seule pièce, contrairement à la fabrication classique en deux ou trois panneaux. Ce concept permet d'éliminer la perturbation acoustique due aux jointures des différents panneaux qui constituent habituellement le revêtement des nacelles.

Ordinateur moins bruyant

Grâce aux progrès technologiques et aux contraintes que les législations imposent aux industriels en termes de performance acoustique, plusieurs produits moins bruyants que leurs prédécesseurs ont vu le jour. Quelques exemples pour illustrer ce point.

Pour rendre les ordinateurs silencieux : Les ordinateurs sont de plus en plus puissants, mais ils chauffent aussi de plus en plus. Le nombre de ventilateurs qu'un ordinateur contient a augmenté significativement.

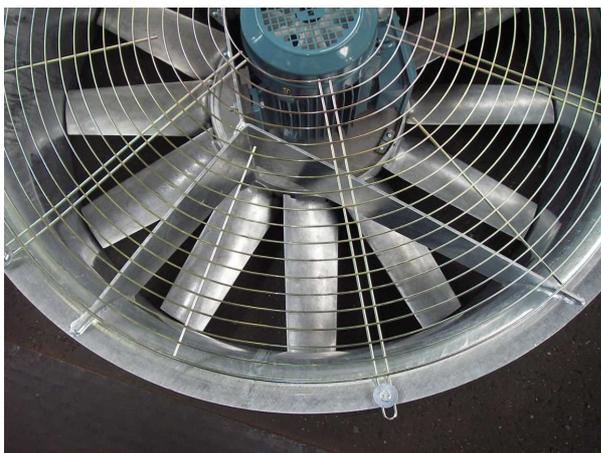
On se retrouve parfois avec de vraies turbines qui nuisent à notre confort et parfois même à celui de notre entourage. Mais il n'y a aucune fatalité à cet état de fait, il suffit parfois de changer un élément pour regagner le silence dans le salon ou le bureau.



Quelques solutions ont vu le jour sur le marché qui permet de refroidir le processeur, la carte graphique et le chipset de la carte mère sans aucun ventilateur. La pompe à eau est immergée et parfaitement inaudible. Un kit complet Zalman Reserator 2 est un exemple qui refroidit et réduit les nuisances sonores de l'ordinateur.

Ventilateur moins bruyant

Les ventilateurs peuvent être placés dans des gaines d'insonorisation fabriquée en matériaux présentant des propriétés acoustiques. Selon l'épaisseur utilisée, le type de matériau et son placement il est possible de réduire notablement le nombre de décibels.



Habitation moins bruyante

Différents moyens sont utilisés, un joint de calfeutrement posé autour des fenêtres ou des portes peut faire gagner 5 dB(A) ou encore un double vitrage d'où réduction de 30 dB(A) du bruit extérieur. Le double vitrage asymétrique, thermo-acoustique permet d'atteindre 30 à 40 dB(A) d'isolement.

Il y a deux certifications de garantie de la pose fenêtre isolantes : Ceval et Acotherm, la première assure une bonne isolation phonique et la deuxième assure une bonne isolation phonique et thermique.

Pour une meilleure isolation sonore, entre deux appartements, une ossature métallique peut être fixée au plafond, sur une ou plusieurs plaques de plâtre et en utilisant également un matelas de laine minérale enfermé dans la cavité située entre la plaque de plâtre et le plafond.

Solutions de sensibilisation et d'alerte

Mobilier urbain : Bruit rose

"Bruit Rose" dans le cadre de "Art Grandeur Nature", Nature Urbain, St Ouen, 2004, HeHe



Installé dans deux caissons lumineux prévus pour l'affichage publicitaire, le dispositif s'ajoute au mobilier urbain et s'inspire de l'activité de la rue. La fameuse « Decaux » propose une relation inverse, et devient réceptive à son environnement. Le « bruit rose » est une indication musicale désignant une superposition de fréquences sonores de nature agréable pour l'oreille, comme celles qui composent le bruit d'une fontaine ou d'une cascade, par exemple. Le principe interactif de la pièce s'appuie sur le son ambiant autant que sur la relation au corps physique des passants.

Des panneaux d'affichage digital, habituellement dévolus à l'information du public par le texte, sont détournés de leur fonction didactique pour servir de support à une animation visuelle, déglagée de tout commentaire qui habite d'ordinaire les supports de communication.

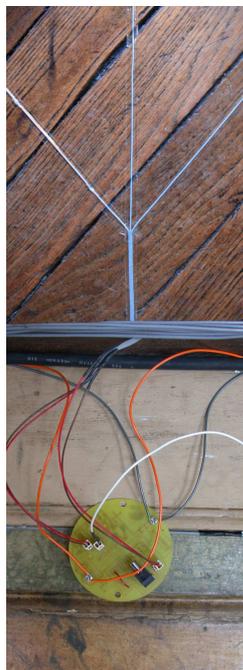
Le message devient local et poétique, il apparaît comme une invitation à appréhender autrement l'environnement immédiat et interroge les relations que chacun entretient avec les dispositifs de communication urbaine.

Ce dispositif permet d'entendre dans la rue autre chose que le bruit des moteurs de voitures.

Espace interactif : Atteindre le silence

"Atteindre le silence", 2005, performance avec les habitués de château, HeHe

Mur, sol, vue partielle de l'installation, photo HeHe



Un espace de pulsations et d'oscillations électriques se superpose à l'espace d'art contemporain de Morsang-sur-Orge. Chaque pas ou mouvement sur le sol devient perceptible par le biais de flux lumineux et d'oscillations sonore.

Cette installation in situ s'appuie sur les fonctions et la décoration intérieures du grand salon du château. Sans modifications évidentes, le sol du salon est rendu sensible aux turbulences quotidiennes.

Les antennes placées sur le parquet transforment une vibration en oscillation sonore et change l'intensité des lustres existants. L'ensemble de l'installation électrique de ce lieu historique réagit et semble sensible aux pas particuliers de chaque visiteur : leurs rythmes, leurs chaussures, leur position dans l'espace.

L'espace retrouve son inertie lorsqu'il est vide ou si toutes les personnes présentes restent immobiles. En rendant perceptibles les vibrations invisibles, l'installation engendre la sensation d'une performance collective involontaire et spontanée.

Cet exemple illustre bien la relation d'inversion où l'œuvre qui habituellement inerte devient réceptive et réagit à son environnement. Ces réactions en sons et lumières traduit l'intensité de la perturbation environnante.

Architecture musicale : LOFI

2003, Mains d'œuvres, Saint Ouen. «Association HeHe»



Les habitants de Saint Ouen se sont plaints des nuisances sonores d'un bar mitoyen. L'association HeHe a proposé et réalisé un moyen de sensibilisation qui consiste à faire vibrer une lumière au rythme des bruits du bar.

Il s'agit d'une installation sur la façade de Mains d'œuvres qui signale la fréquence de la musique à l'intérieur du lieu. Inspirée des chaînes hi-fi des années 80's, la mise en lumière de la façade a débuté avec un animation 'warm up' avant d'être mis en synchronisation avec la musique.

Les lumières sur la façade seraient allumées à chaque concert de l'année à mains d'œuvres rendant la musique en forme d'architecture.

Malheureusement, cette solution a dérangé les habitants du quartier qui se sont plaints des jeux lumineux qui agressaient et transperçaient leurs fenêtres.

Radiateur d'appoint : Eléments

Carte Blanche, VIA 2006 : O, K, dB, C, Q - Mathieu Lehanneur

Nous ne sommes pas étanches. Notre corps et son environnement immédiat forment un tout où prennent place une multitude d'échanges thermiques, gazeux, sonores. Cet état d'immersion assure à la fois notre subsistance, notre équilibre, et représente un danger.

Notre corps se trouve en état d'adaptation permanente : chaque modification d'un paramètre extérieur active une fonction qui lui permet de s'ajuster. Nous sommes en continuelle hyper-réactivité. La rétraction de la pupille sous l'effet de la lumière ou la chair de poule au contact du froid en sont les signes visibles. Mais de manière plus discrète ou invisible, certains apports extérieurs nous modifient en profondeur et peuvent déclencher fatigue, baisse de vigilance, de forme, voir de résistance.

Cet objet consiste en une boule très sensible à tout mouvement, toute lumière, tout son, bref toute forme de vie. Éléments nous renseigne sur les nuisances et les dangers qui nous entourent et auxquels nous ne faisons pas attention.

Les Éléments inversent ce processus. Ils n'obligent plus le corps à s'adapter, mais au contraire génèrent des microenvironnements domestiques dédiés à chaque habitant. Ils produisent une sorte de nourriture immatérielle qui se déploie selon :

- Un principe de captation permanente des paramètres de l'environnement domestique et des habitants - lumière, qualité de l'air, espace sonore, température corporelle, déplacements
- Un principe d'émission ou de modification instantanée de ces paramètres pour s'adapter au plus près à nos besoins.

En s'appuyant sur les recherches ancestrales ou contemporaines relatives aux effets des différents agents physiques, l'intention générale consiste à développer un habitat semblable à l'épiderme, réactif et capable d'une sensibilité et d'une réceptivité si aiguë de nos états qu'il peut réagir avec précision et célérité, et plus vite que notre corps. Postés en état de veille permanente, Éléments fonctionnent de manière totalement autonome, chacun établissant une cartographie de son champ d'investigation et y répondant.

Installation vidéo interactive : Vibrations

Vadim Bernard (France), **Passage de l'Auditorium / Esplanade de l'Hôtel de Ville** d'Issy les Moulinaux

D'abord apparue en 2002 sur Internet sous la forme d'une vidéo interactive, *Vibrations* devient pour le Cube Festival une installation vidéo interactive. Elle se présente comme une articulation de micro-moments qui ne s'enchaînent qu'en présence du spectateur. Ces moments laissent défiler des paysages vus d'un train, bloqués entre deux temps très proches. Le train étant en translation, le spectateur se trouve devant une image vibrante entre deux points de vue.



Cette vibration met en évidence la profondeur du paysage, en même temps qu'elle le transforme, voire le disloque. Le mouvement du spectateur face à l'image permet de débloquent la narration un court instant, jusqu'au prochain moment vibrant, dans une autre section.

Cet exemple illustre une relation d'inversion où l'œuvre réagit à la présence du spectateur. Finalement ce dernier devient une partie intégrante de l'œuvre, il n'est plus passif à regarder et contempler une toile mais à mettre son empreinte et à voir sa propre influence.

Conclusion

Cette étude montre que dès qu'on vit, on parle, on marche, on roule, il y a des bruits. Le bruit est inhérent à toute action. Chez soi, au travail, en se promenant à pied ou en conduisant sa voiture, les sons et les bruits remplissent l'espace.

Les moyens de transport et notamment la circulation routière sont considérés comme la source principale des nuisances sonores. Les trois modes de transport (routier, ferroviaire et aérien) présentent des points où ce désagrément est à son maximum : les grands carrefours, les gares et les aéroports. Un son peut, lorsqu'il n'est pas désiré ou lorsqu'il dépasse un certain niveau, revêtir un caractère hostile et être qualifié de "bruit". Le niveau sonore, la fréquence et la durée des sons peuvent être aisément mesurés de façon objective. Leur caractère désagréable est par contre plus difficile à objectiver car il dépend surtout de perceptions individuelles.

En dépit de ce caractère subjectif, de nombreuses études scientifiques montrent et prouvent que le bruit induit des effets nuisibles sur la santé : effets physiologiques et psychologiques. Ces effets sont particulièrement importants pour les enfants.

Face à ces nuisances grandissantes des bruits, plusieurs réponses sont apportées à différents niveaux. Nous identifions des réponses apportées par les politiques et les décideurs en promulguant des lois et en cherchant à influencer les comportements des individus. Nous trouvons également des solutions d'urbanisme et d'aménagement du territoire, ainsi des nouvelles règles ont vu le jour pour mieux tracer et construire nos villes en prenant en compte les contraintes acoustiques. Nous constatons aussi que des solutions techniques ont vu le jour pour améliorer la performance acoustique des produits (produits moins bruyants, isolant sonore, produits de protection). Nous identifions également des réponses éducatives et artistiques de sensibilisation et d'alerte, nous constatons que des parties significatives des programmes scolaires sont consacrées à l'écologie, au développement durable et aux nuisances que subit l'individu de nos jours notamment en termes de bruits.

Mais, les progrès techniques que connaît le monde aujourd'hui permettent de générer aussi bien de nouvelles solutions pour plus de confort et de bien être, que de nouvelles sources de nuisances et de désagréments. Jusqu'où nous amènera cette course frénétique vers davantage de confort et de progrès. Où serons nous dans 100 ans ?

Si dans le passé, la contrainte économique a toujours pris des dimensions importantes dans l'évolution des civilisations, dans le déclenchement des guerres et dans l'apaisement des querelles dans le monde, pour notre époque, ce sera sans doute la question environnementale (l'air que nous respirons, l'eau que nous buvons, la terre qui nous fournit la nourriture que nous mangeons ou les énergies (pétrole et gaz) que nous consommons...) qui façonnera la civilisation de demain. Comment ce monde, va-t-il changer? Comment nos industries, nos habitudes et notre éducation, vont-elles évoluer?

Bibliographie

Sites d'institutions et d'associations

- Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'aménagement du Territoire
- ORS/L'Ile de France/Institut d'aménagement et d'urbanisme de la Région de l'Ile
- Greenpeace
- Organisation Mondiale de la Santé
- WHO
- Ecole Nationale des Travaux Public de l'Etat – Laboratoire - Transport.
- Association HeHe
- Association de prévention des traumatismes auditifs

Les articles

- Traité d'Oto-rhino-laryngologie : 20-185-F-10 (1995)
 - o Jean-François Gouteyron : Oto-rhino-laryngologiste des Hôpitaux des Armées, professeur agrégé au Val-de-Grâce
 - o Jean-Bertrand Nottet Oto-rhino-Laryngologiste des Hôpitaux des Armées
 - o Jean-Pierre Diard : Oto-rhino-laryngologiste des Hôpitaux des Armées Hôpital d'instruction des Armées Percy, 102, avenue Henri-Barbusse, 92140 Clamart
- PIALOUX - Etude analytique du bruit. Bull Acad Natle Med 1992 ; 176 : 355-363
- Etude «écologie, science, art et société» - La Sorbonne, organisée par Green is Beautiful en collaboration avec l'Institut d'Histoire et de Philosophie des Sciences et des Techniques - Université de Paris I.
- Colloque européen « Construire avec les sons » - 17/18 mars 2005 - Appel d'offre de recherche - LYON PARC AUTO / PUCA/Atelier de sociologie - Lyon - CIRCULATION - Mai 2003 - Art Entreprise / Gilles Grand / Synesthésie acoustique
- Extrait du Bulletin express sur le bruit par « Les tapageurs ». Présenté par Richard Martin, direction de Santé publique de Chaudière-Appalaches et coll.
- Mémoire de l'ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec - Consultation publique sur les véhicules hors route en juin 2000
- Cosmopolitiques n°15 Juin 2007/Esthétique et espace public
- Jacque Lolive et Nathalie Blane « l'écologie et le public »
- Les journées thématiques du centre d'information et de documentation sur le bruit.

- Extrait du colloque organisé par l'association des acousticiens de l'environnement (AAE) et le centre d'information et de documentation sur le bruit.
- APR Bruit et Nuisances sonores 2003. LASA-Université Cergy-Pontoise-(10/2006)

Les sites web

- www.Perspectives transverses archive at time.mht
- www.A défaut de silent-block.mht
- www.explorimmo.com
- www.Bricolage.Nuisances sonores - Limiter les nuisances sonores.mht
- www.Bureau Veritas Cartographie des nuisances sonores et établissement des plans de prévention.mht
- www.Cradle-to-Cradle, une autre théorie de l'objet-Tendances-Actu environnement GEO.mht
- www.GoodPlanet.org
- www.Le développement Durable, Pourquoi.mht
- www.Pc comment le réduire au silence –Les Numériques.mht
- www.Première cartographie régionale de nos émissions de CO2-Climat-Actu environnement GEO.
- www.Programme PRIMEQUAL restitution des recherches sur la modélisation Ministère du Développement durable
- www.green-is-beautiful_com_fr
- www.Superuse_org where recycling meets design.mht
- www.Valerie Marange archive at time.mht
- www.Actualités de la gestion des nuisances sonores.mht
- www.DSDS-Santé-Evironnement-Nuisances sonores.mht
- www.Virtual Air Craft Design-01dB-Metravib.mht
- www.Pro-environnement_com
- www.Nuisances sonores quels outils de mesure.mht
- [http/vadim.incident.net](http://vadim.incident.net)