

APPROCHE GÉOGRAPHIQUE DU BRUIT DANS L'ESPACE URBAIN : L'EXEMPLE DE BESANÇON

Hélène HOUOT

UPRESA 6049 du CNRS - Théma
Université de Franche-Comté

Résumé

Élément de qualité de vie encore peu exploré par les géographes, le bruit est cependant un concept intéressant pour eux dans la mesure où il permet le rapprochement du territoire et des réseaux dans leur réflexion sur la ville.

Basée sur la définition que donne l'AFNOR de ce concept, notre problématique consiste à rechercher les liens entre la structure physique et fonctionnelle d'un espace urbain et le bruit qui y est produit.

De cette idée découle trois pistes de réflexion :

- élaboration d'un modèle des potentiels de gêne selon les situations géographiques et acoustiques couplant système à base de connaissance et système d'information géographique,*
- analyse des générateurs de bruit et des champs acoustiques déterminés par les principaux types de tissu bâti,*
- création d'indicateurs (de densité de population notamment) visant à pondérer les potentiels de gêne dans le cadre de l'aménagement de l'espace.*

Mots-clés

Bâti urbain - Bruit - Densité de population - Pollution sonore - Système d'information géographique

Face à l'augmentation du bruit dans l'espace urbain, essentiellement dû aux flux de véhicules ainsi qu'aux activités économiques et de loisirs, les municipalités s'interrogent et tentent de trouver des solutions. La législation, notamment l'arrêté du 30 mai 1996, leur permet d'appréhender le problème par le biais de cartes des niveaux sonores. Cette information reste cependant partielle et peu parlante pour le technicien ou le décideur qui cherche à résorber cette nuisance. Savent-ils en effet ce que représentent par exemple 70 dB(A) ? A quoi ces décibels sont-ils dûs ? Autrement dit, sur quels éléments peuvent-ils agir ? Cette mesure traduit-elle de manière correcte la gêne causée aux individus par le bruit d'une rue, et dans le cas contraire, quels indicateurs permettent d'évaluer cette gêne ? Enfin, comment confronter les connaissances relatives à cette nuisance à la réalité d'un espace urbain dans sa structure physique et fonctionnelle ? Pour tenter de répondre à ces interrogations nous posons une problématique dont les principaux traits sont énoncés dans une première partie, puis nous présentons les outils et méthodes de recherche utilisés.

1. Bruit et espace urbain : concepts et problématique

La recherche qui est menée consiste d'une manière générale à répondre à la question : quels liens existent entre le bruit et la structure physique et fonctionnelle de l'espace urbain dans lequel il est produit ?

Seuls les bruits de la rue, c'est-à-dire les bruits produits par les véhicules sur les voies urbaines ainsi que les bruits liés aux activités économiques (établissements industriels, circulation piétonne induite par la concentration de commerces) seront étudiés. Le concept de bruit est déterminé à partir de la définition donnée par l'AFNOR :

« toute sensation auditive considérée comme désagréable ou gênante » ainsi que « tout phénomène acoustique produisant cette sensation ». Deux aspects sont donc pris en compte :

- le phénomène acoustique, apprécié à travers son niveau sonore en dB(A), son évolution temporelle, la fréquence du spectre...
- la gêne induite par le phénomène acoustique.

L'espace urbain est considéré selon deux types de critères :

- la répartition, l'agencement et les caractéristiques géométriques du bâti et de la voirie, mais également la topographie, qui concernent sa structure physique ;
- le type d'occupation du sol (résidentiel, industriel, commercial), la qualité de vie et les caractéristiques socio-économiques des quartiers ou d'entités spatiales plus fines, enfin, la nature et la fonction des voies de circulation (transit, desserte...) qui concernent la structure fonctionnelle de l'espace urbain.

D'une manière plus concrète, on cherchera à savoir, par exemple, s'il existe des liens entre le type de quartier et la nature des « complexes de bruit » existants, ces « complexes » correspondant à une superposition de bruits de nature diverse, tels que celui de la circulation routière et celui lié à l'animation piétonne. Quelle est la relation entre la géométrie, le débit des voies de circulation et le niveau sonore produit par celles-ci ? La gêne induite par ces bruits est-elle uniquement liée à des variables acoustiques ; ne dépend-elle pas aussi d'autres éléments, entre autres du cadre de vie des individus ? Les recherches en acoustique et en psychosociologie menées jusqu'à présent fournissent un certain nombre de connaissances sur lesquelles nos investigations vont pouvoir se fonder.

Le niveau sonore induit par un flux de véhicules et exprimé en dB(A) dépend pour l'essentiel du nombre de véhicules, de leur vitesse, de la proportion de poids lourds, du type d'écoulement du trafic, mais également de la pente de la voie de circulation (c'est-à-dire la topographie), du champ acoustique de propagation du bruit déterminé par le profil transversal des voies de circulation, ainsi que de diverses variables climatologiques. La nature des véhicules qui composent le trafic des voies de circulation détermine les fréquences du spectre, sachant que, par exemple, les poids-lourds provoquent des bruits comportants des basses fréquences. La fonction des voies de circulation détermine quant à elle l'évolution du bruit routier au cours de la journée.

Pour ce qui est de la gêne induite par les bruits auxquels nous nous intéressons, un certain nombre de variables permettent d'expliquer les différences de degrés auxquels elle se situe. Certaines d'entre elles sont « objectives » (acoustiques et géographiques), d'autres sont totalement subjectives, c'est-à-dire propres à chaque individu (sensibilité, vécu de l'individu...). Les variables « objectives » qui expliqueraient la diversité des degrés de gêne sont les suivantes :

- le phénomène acoustique et plus particulièrement l'intensité du bruit et son évolution temporelle (sur 24 h), le type de voie (indirectement le type de trafic : pulsé ou accéléré), ainsi que la nature de la source sonore. Cette dernière peut intervenir de différentes façons : pic d'intensité sonore par rapport au bruit de fond, fréquence du spectre et valeur sociale attribuée aux différents types de véhicules. On sait par ailleurs que les véhicules qui composent les flux de circulation peuvent, en fonction de leur nature, être rangés par ordre croissant selon le degré de gêne qu'ils provoquent : poids lourds > motocyclette > cyclomoteur > véhicule léger ;
- le milieu physique de réception dans lequel vivent les individus est également déterminant. Ainsi, les expositions à une même source de bruit sont inégales du fait de la variété des plans masse et des qualités d'isolement des logements, ce qui peut engendrer des niveaux de gêne très différents ;
- enfin, lorsque l'on évalue un phénomène tel que la gêne par rapport au bruit, « on peut penser qu'il existe une dimension, un facteur général de satisfaction, et que c'est par rapport à cette attitude générale que les gênes dues à des nuisances spécifiques sont évaluées » [8]. Il s'agit entre autres de la satisfaction du quartier, mais également du type et du statut des logements qui constituent des variables totalement externes au phénomène.

2. Méthodologie et outils

Afin de mettre en application notre problématique, nous travaillons sur l'espace urbain de Besançon, ce qui nous permet de bénéficier de la collaboration de la Ville. Celle-ci a mis à notre disposition le système d'information géographique de la commune de Besançon qui comprend un certain nombre d'objets graphiques aux-

quels sont rattachées diverses informations alphanumériques. Les éléments du système qui en sont issus et sur lesquels nous travaillons sont structurés de la façon suivante :

- les objets graphiques représentés sont le bâti, les parcelles cadastrales, les flots INSEE ainsi que les axes des voies de circulation décomposés en différents tronçons ;
- les données fiscales ou les données INSEE sont associées aux objets parcelles et flots, ainsi que des données sur les niveaux sonores et sur les flux des voies de circulation recueillies par les services techniques de la Ville et reliées aux objets graphiques « axes de voie ».

Cette base de données géoréférencées constitue le support commun aux différents axes de recherche qui vont maintenant être exposés.

2.1. Analyse des générateurs de bruit et des champs acoustiques déterminés par les principaux types de tissu bâti

Les liens que nous nous proposons d'étudier comportent un volet technique qui se décompose en deux phases.

La première consiste à effectuer un diagnostic des différentes structures relationnelles entre composantes géographiques de l'espace urbain (caractéristiques des voies de circulation et activités économiques) et le phénomène acoustique (niveau sonore, évolution temporelle des niveaux sonores sur 24 h). Les différentes structures seront mises en évidence, notamment grâce aux diverses informations rattachées aux objets graphiques « tronçon de voie » du système d'information géographique. Des requêtes réalisées à partir de ces données permettront d'établir une typologie des voies correspondant à ces structures relationnelles. L'intérêt pour l'utilisateur est de localiser et de visualiser les voies selon le type auquel elles appartiennent.

Grâce notamment aux informations sur le nombre d'étages des bâtiments, les voies seront classées selon leur profil transversal, autrement dit en fonction de leur largeur et de la hauteur des bâtiments qui les jouxtent. Cette typologie géométrique des voies permet de distinguer des champs acoustiques-types et, selon les rapports obtenus, chaque rue sera dite en U ou en tissu ouvert. Une analyse de la fréquence des types de géométrie selon le type de tissu bâti propre à chaque quartier pourra ensuite être effectuée. Cette typologie est par ailleurs utile à l'aménageur qui, dans le cadre de l'application de l'arrêté du 30 mai 1996 relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit, se doit de connaître la géométrie de chaque voie. Le degré d'isolement préconisé pour les constructions nouvelles aux abords des infrastructures de transport varie en effet selon cette géométrie.

2.2. Elaboration d'un modèle des potentiels de gêne

2.2.1. Que cherche-t-on à appréhender ?

Il s'agit d'identifier et de modéliser différents potentiels de gêne en fonction de situations acoustiques et géographiques types. Les potentiels représentent la probabilité de différents sous-espaces constitutifs de la ville (bâtiment ou groupe de bâtiments) d'être affectés par un niveau de gêne-type. Les situations qui déterminent ces niveaux de gêne-types seront mises en évidence à partir de l'analyse statistique de données issues d'une enquête auprès des riverains.

En tant que géographe, nous nous intéressons à la réaction des individus face au bruit à un niveau mésogéographique, à savoir celui de groupes d'individus ayant des caractéristiques communes. Notre objectif n'est donc pas d'avoir un suivi des individus. Les déterminants de la gêne doivent être spatialisables pour être pris en compte par l'aménageur. Les caractéristiques retenues sont donc les formes de combinaison entre variables acoustiques et géographiques, à savoir uniquement les variables « objectives » qui ont été énumérées dans la première partie de cet article. En d'autres termes, nous ne réaliserons pas un modèle global de la gêne.

2.2.2. Méthodologie d'enquête et hypothèse

L'objectif de l'enquête est de définir des niveaux de gêne-types et les situations qui les déterminent. La population mère de cet échantillon est l'ensemble des logements de Besançon (et non pas des individus). Cette

population-mère va être divisée en strates définies en fonction de combinaisons de variables acoustiques et géographiques qui semblent déterminantes. Nous aurons ainsi un certain nombre de nouvelles populations (sous-populations mères) sur lesquelles nous pourrions effectuer un tirage aléatoire simple.

La stratification de la population mère de départ ne sera pas réalisée sur les individus statistiques logements mais sur les bâtiments résidentiels. En effet, il s'agit de l'échelle la plus fine à laquelle les informations nécessaires sont disponibles. La stratification sera effectuée grâce aux potentialités du système d'information géographique : des requêtes mixtes pourront en effet nous permettre de sélectionner les bâtiments ayant les mêmes modalités (et à l'intérieur desquels nous pourrions dénombrer le nombre de logements, grâce aux données fiscales).

La gêne est appréhendée par le biais d'échelles de catégories ordonnées, méthodes couramment utilisées par les chercheurs en psychosociologie qui travaillent dans ce domaine : chaque individu enquêté positionne sa perception de la nuisance sur une échelle qui lui est proposée. Des questions concernant la gêne comportementale permettent d'améliorer l'évaluation de cette sensation : par exemple, il pourra être demandé si l'individu peut regarder la télévision sans être dérangé par le bruit de la rue.

Les hypothèses qui sous-tendent l'élaboration de l'échantillon et du questionnaire doivent à présent être posées. Celles-ci découlent de notre connaissance a priori du problème, qui a été résumée précédemment :

- il existe un lien entre les variables de contrôle (dont on connaît la distribution dans la population-mère et qui nous permettent d'élaborer la stratification de notre échantillon) et la variable à observer, en l'occurrence, le niveau de gêne. Il s'agit de voir plus en détails comment il est possible d'établir cette stratification ;
- l'influence du phénomène acoustique sur la gêne peut être vérifiée par le biais des données ou variables de contrôle suivantes :
 - le type de voie, qui représente l'évolution temporelle du bruit dans le temps, le type de trafic, et la nature du bruit (ceci en raison du faible nombre de données relatives à l'évolution temporelle du bruit) ;
 - le niveau sonore des voies de circulation (Leq 24 h ou 15 mn, 6 h - 22 h et 22 h - 6 h conformément à l'arrêté de juin 1996) ;
 - quelques bruits ponctuels seront également représentés dans l'échantillon d'enquête (par exemple, zone de forte concentration de cafés en centre-ville, présence d'établissements industriels bruyants).
- les variables du milieu physique de réception ne peuvent être prises en compte en tant que variables de contrôle que de façon partielle. En effet, la seule donnée permettant de discriminer les bâtiments selon leur réceptivité au bruit est la date de construction. La plupart du temps, les bâtiments les plus récents sont équipés de doubles vitrages et les plus anciens ont une isolation variable selon les appartements. Les informations non disponibles pour la constitution de l'échantillon seront acquises par l'intermédiaire du questionnaire d'enquête. Elles seront ensuite prises en compte dans la phase d'analyse des résultats ;
- les variables externes au phénomène semblent pouvoir être appréhendées à deux niveaux d'échelle géographique :
 - les quartiers, représentant des entités géographiques définies en fonction du type de bâti résidentiel, de la composition socio-économique des populations et de leur qualité de vie. Ces entités représentent l'environnement général dans lequel vivent les individus ;
 - les bâtiments d'habitation : ceux-ci caractérisent des environnements de proximité différents selon leur taille (habitat individuel ou collectif) et le statut des logements (locatif social, locatif privé, privé).

L'hypothèse sera donc la suivante : à exposition sonore similaire (d'un point de vue quantitatif et qualitatif), la disparité des environnements qui viennent d'être décrits induit des niveaux de gêne disparates.

2.2.3. Le traitement statistique des données de l'enquête

Il serait a priori triple :

- des analyses permettant l'étude des liens entre deux variables : coefficient de corrélation ou test d'indépendance, coefficient de Tschuprow, coefficient de corrélation de rang de Spearman, analyse exploratoire ;
- des analyses multivariées telles que des techniques de segmentation, d'analyse discriminante ;
- des arbres de décision pour pouvoir engendrer des règles d'inférence.

L'ensemble de ces techniques doit permettre d'élaborer des typologies, des arborescences, et de définir des règles d'inférence. L'interprétation des résultats issus de ces traitements sera transcrite sous forme de règles dans un système à base de connaissances. Ces règles permettront de déterminer des indices de pollution sonore correspondant aux potentiels de gêne et prendront la forme suivante : « Si l'immeuble de type I situé dans une entité spatiale de type S est contigu à la rue de type R alors l'indice de pollution sonore est égal à β ».

Le système d'information géographique constituera une base de données couplée au système à base de connaissance.

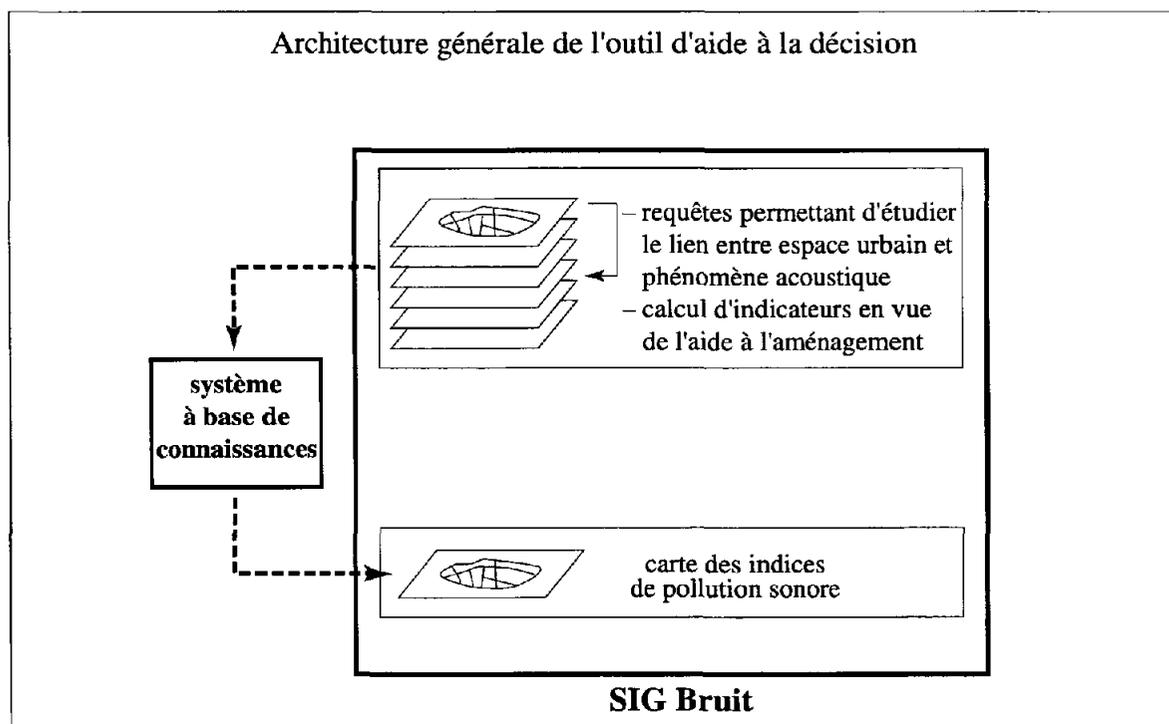
2.3. Des indicateurs géographiques comme outils d'aide à l'aménagement de l'espace

Différents indicateurs géographiques vont être mis à la disposition de l'aménageur. Celui-ci pourra les utiliser pour orienter ses choix en matière de lutte contre le bruit. Ces indicateurs de sensibilité des espaces situés le long des voies de circulation seront établis une fois de plus grâce aux potentialités du système d'information géographique.

Il s'agit tout d'abord de construire un indicateur relatif au type d'occupation du sol pour les espaces longeant les voies de circulation. Seront ensuite calculés des indicateurs de densité de population des espaces résidentiels longeant chaque tronçon de voie. A partir des données INSEE par flot ainsi que des données fiscales sur le nombre de logements par parcelle cadastrale, il est en effet possible d'établir un ratio nous permettant d'avoir une estimation du nombre d'habitants par parcelle à usage résidentiel. Ensuite, les indicateurs de densité seront utilisés pour pondérer les indices de pollution sonore établis dans un premier temps.

L'ensemble de ces indicateurs doit permettre au décideur de localiser les espaces sur lesquels il doit agir en priorité.

Figure 1 : Architecture générale de l'outil d'aide à la décision



Le principal objectif est de contribuer à améliorer la connaissance du décideur concernant les problèmes de bruits urbains qu'il a en charge de résorber, et ce, en lui montrant les structures relationnelles que nous aurons pu mettre en évidence. En outre, les indicateurs géographiques qui sont proposés doivent l'aider à mettre cette connaissance en relation avec la réalité de l'espace urbain ou, en d'autres termes, à orienter ses choix d'aména-

gement dans le cadre de la lutte contre le bruit. D'une manière générale, l'apport complémentaire de la géographie aux sciences de l'acoustique et de la psychosociologie constitue la trame de cette recherche. Cet apport apparaît intéressant dès lors que l'on cherche à transmettre à l'aménageur les connaissances acquises dans ces deux domaines et à les utiliser avec des outils adaptés à sa logique. C'est donc dans ce sens que sont élaborés les outils et méthodologies qui ont été ici présentés.

Bibliographie

- [1] AUBRÉE D., 1991 : *L'ordre et la mesure : Objet technique et représentations sociales : le bruit*, Grenoble, CSTB, 151 pages
- [2] BOICHARD J., 1982 : *Géographie urbaine... une ville à travers la crise*, in Histoire de Besançon, Livre V, Cêtre, pp. 623-744
- [3] CHADULE (groupe), 1997 : *Initiation aux pratiques statistiques en géographie*, 4e éd., Paris, Colin, 203 pages
- [4] « Qualité de vie, bien-être, indicateurs sociaux et disparités territoriales », n° spécial de *l'Espace géographique*, 1988, n° 3, pp. 161-240
- [5] HALL F.L., TAYLOR S.M., 1985 : « Predicting community response to road traffic noise », *Journal sound and vibration*, 103(2), pp. 237-252
- [6] HAUMONT A., 1990 : « Les habitants, les experts, les élus : la gestion urbaine du bruit », Actes du Colloque *Effets et traitement du bruit des transports*, INRETS, n° 28
- [7] LEBARTL., MORINEAU A., PIRON M., 1995 : *Statistique exploratoire multidimensionnelle*, Paris, Dunod, 439 pages
- [8] LEVY-LEBOYER C., 1987 : *Douze ans de recherches sur la gêne due au bruit - Bilan des recherches françaises et étrangères 1975-1987*, Paris, IRAP-SRETIE, 137 pages
- [9] PORNON H., 1992 : *Les SIG : mise en œuvre et applications*, Paris, Hermès, 158 pages