

Impacts sanitaires du bruit

État des lieux

Indicateurs bruit-santé

Résumé

mai 2004

Composition du groupe de travail

Fabienne Anfosso-Lédée (LCPC, centre de Nantes), Claude Azais (ancien membre de l'ACNUSA), Michel Bérengier (LCPC, centre de Nantes), Didier Cattenoz (mission bruit du MEDD), Pierre Campo (INRS), Patrick Cellard (LNE), Jérôme Defrance (CSTB, centre de Grenoble), Nicolas Grénetier (DGS), Michel Hubert (IFEN), Agnès Job (CRSSA), Romain Kania (Hôpital Lariboisière, Paris), Jacques Lambert (INRETS – centre de Lyon-Bron), Philippe Lepoutre (ACNUSA), Paul Lout (DRT), Annie Moch (Université Paris 10 Nanterre), Colas Morillon (mission bruit du MEDD), Alain Muzet (CNRS), Marc Renard (ARDDS), Ariane Revol-Briard (ODES), Jacques Roland (CSTB), Michel Vallet (AEDIFICE).

En outre, des documents techniques nous ont été aimablement fournis par David Delcampe (mission bruit du MEDD), Françoise Duchézeau (RATP), Bernard Favre (Renault véhicules industriels), Pierre-Etienne Gautier (SNCF), Philippe Mercier et Fanny Garrigues (Mairie de Paris) et Michel Rumeau (préfecture de police de Paris).

Comité de pilotage du groupe de travail

Le comité de pilotage, dont la mission a consisté à orienter et organiser les travaux du groupe d'experts, se compose ainsi : Jacques Beaumont (INRETS), Nicolas Grénetier (DGS), Alain Muzet (CNRS), Jacques Roland (CSTB).

Coordination du groupe de travail et rédaction du rapport :

La coordination et le secrétariat scientifique du groupe de travail et du comité de pilotage, ainsi que la rédaction du rapport ont été assurés par le Dr Gilles Dixsaut et Vannina Pomonti de l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale.

TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux.....	
Liste des figures	
Sigles et acronymes.....	
Préambule.....	
Directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 : présentation succincte	
Résumé.....	
INTRODUCTION : LE PARADOXE DE L'OPINION A L'EGARD DU BRUIT	
I) LES SOURCES DE BRUIT ET VIBRATIONS, LA PROPAGATION DU BRUIT	
I-1) LE BRUIT DANS L'HABITAT ET LES LIEUX DE RESIDENCE	
I-1-1) Sources de bruit dans l'habitat.....	
I-1-2) Aspects réglementaires et contrôle pour les logements	
I-1-3) Isolation et traitement acoustique des bâtiments	
I-2) LES NIVEAUX SONORES DANS LES LIEUX PUBLICS FERMES	
I-2-1) Exposition sonore intentionnelle	
I-2-2) Bruits subis sans intention	
I-2-3) Le bruit dans les locaux scolaires	
I-2-4) État actuel et évolution de la réglementation, bilan de l'application des textes	
I-3) LE BRUIT AMBIANT	
I-3-1) Bruits émis par les différents moyens de transport.....	
I-3-2) Bruits dans les moyens de transports.....	
I-3-3) Bruits d'origine industrielle.....	
I-3-4) Bruits volontaires dans l'environnement	
I-4) PROPAGATION DES BRUITS DANS L'ENVIRONNEMENT ET MOYENS DE PROTECTION.....	
I-4-1) Effet des conditions météorologiques et topographiques sur la propagation du son.....	
I-4-2) Les écrans acoustiques.....	
I-4-3) L'isolation de façade des bâtiments	
I-4-4) Les solutions mixtes	
II) IMPACTS SANITAIRES DU BRUIT	
II-1) BRUIT ET AUDITION	

II-1-1) Rappels physiologiques sur le fonctionnement de l'oreille.....	
II-1-2) Description des pathologies de l'oreille liées à l'exposition au bruit.....	
II-1-3) Aspects épidémiologiques des atteintes de l'audition.....	
II-2) EFFETS BIOLOGIQUES EXTRA-AUDITIFS DU BRUIT.....	
II-2-1) Les effets du bruit sur le sommeil	
II-2-2) Les effets du bruit sur la sphère végétative	
II-2-3) Les effets du bruit sur le système endocrinien	
II-2-4) Les effets du bruit sur le système immunitaire.....	
II-2-5) Les effets du bruit sur la santé mentale	
II-2-6) L'exposition au bruit et la consommation de médicaments	
II-3) EFFETS SUBJECTIFS DU BRUIT	
II-3-1) La gêne due au bruit	
II-3-2) Les effets du bruit sur les attitudes et les comportements.....	
II-3-3) Les effets du bruit sur les performances.....	
II-3-4) Bruit et intelligibilité de la parole.....	
II-3-5) Les valeurs guides de l'OMS	
II-3-6) Conclusion.....	
II-4) POPULATIONS SENSIBLES, MULTI- ET CO-EXPOSITIONS.....	
II-4-1) Populations sensibles : le cas des enfants en milieu scolaire	
II-4-2) Connaissance des multiexpositions au bruit.....	
II-4-3) Connaissance des coexpositions à différents types de nuisances.....	
II-5) DEFICIENCE AUDITIVE, HANDICAP SOCIAL ET EFFETS DU VIEILLISSEMENT.....	
II-5-1) Surdité et presbycusie	
II-5-2) Conséquences des surdités acquises.....	
II-5-3) Appareillage, r�ducation auditive et compensations spécifiques	
II-5-4) Mesures de prévention.....	
II-5-5) Conclusion.....	
II-6) COUTS ECONOMIQUES DES IMPACTS SANITAIRES DU BRUIT	
III) DESCRIPTEURS DE BRUIT, INDICATEURS BRUIT-SANTE	
III-1) RAPPEL DES DESCRIPTEURS EXISTANTS ET PERTINENCE SUR LE PLAN SANITAIRE.....	
III-1-1) Notion d'indicateur de g�ne	
III-1-2) Les pratiques au niveau international.....	
III-1-3) Pertinence sur le plan sanitaire.....	

III-2) AMELIORATIONS DES TECHNIQUES ET PROCEDURES.....	
III-2-1) Les critères d'un bon indicateur d'exposition au bruit.....	
III-2-2) Choix des descripteurs	
III-3) AMELIORATIONS OU EVOLUTIONS DES REGLEMENTATIONS EN MATIERE DE FIXATION DES VALEURS LIMITES	
III-3-1) Des valeurs limites : pour quel(s) objectif(s) ?	
III-3-2) Les critères pour l'établissement de valeurs limites	
III-3-3) Les valeurs-limites	
IV) REGLEMENTATION ET ROLE DES DIFFERENTS ACTEURS.....	
IV-1) ROLE DES COLLECTIVITES TERRITORIALES	
IV-1-1) Compétences générales des collectivités locales	
IV-1-2) Le Plan local d'urbanisme (PLU)	
IV-1-3) Le permis de construire.....	
IV-1-4) Les Plans de déplacements urbains (PDU)	
IV-1-5) La résorption des points noirs dus au bruit des transports terrestres	
IV-2) POLITIQUES DE LUTTE CONTRE LE BRUIT : QUELQUES RESULTATS	
IV-2-1) Application de la réglementation : de nombreuses difficultés.....	
IV-2-2) Quelques exemples dans le Val-de-Marne	
IV-2-3) Cartographie du bruit : état des lieux.....	
Références bibliographiques	
Présentation des membres du groupe d'experts.....	
RECOMMANDATIONS	
1. INDICATEURS BRUIT - SANTE.....	
1.1. Impacts sanitaires du bruit : besoins de recherches	
1.2. Indices de bruit et indicateurs bruit-santé	
2. RECOMMANDATIONS POUR LES POUVOIRS PUBLICS : STRATEGIE D'ACTION, DISPOSITIF DE SURVEILLANCE, REGLEMENTATION	
2.1. Stratégie d'action	
2.2. Dispositif de surveillance des impacts sanitaires du bruit	
2.3. Réglementation et valeurs-limites.....	
3. RECOMMANDATIONS POUR LES ELUS LOCAUX	
3.1. Aménagement / urbanisme.....	
3.2. Études d'impact : bruit des transports terrestres	

4. RECOMMANDATIONS POUR LES PROFESSIONNELS.....

4.1. Isolation et conception des bâtiments

4.2. Recherches dans le domaine des équipements.....

4.3. Recherches dans le domaine des véhicules automobiles

5. RECOMMANDATIONS POUR LE GRAND PUBLIC ET LES POPULATIONS SENSIBLES.....

Sigles et acronymes

ACA : Appareil de Correction Auditive

ACNUSA : Autorité de Contrôle des Nuisances Sonores Aéroportuaires

AFNOR : Association Française de Normalisation

AI : Articulation Index

ANAH : Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat

ARDDS : Association pour la Réadaptation et la Défense des Devenus Sourds

ASA : Acoustical Society of America

ASHA : American Speech Language Hearing Association

BNSR : Bureau de Normalisation Sol et Routes

CEN : Centre Européen de Normalisation

CENELEC : Centre Européen de Normalisation Electrotechnique

CERTU : Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les Constructions Publiques

CIRE : Cellule Interrégionale d'Epidémiologie d'intervention

CPAM : Caisse Primaire d'Assurance Maladie

CRAM : Caisse Régionale d'Assurance Maladie

CREDOC : Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de Vie

CRSSA : Centre de Recherches du Service de Santé des Armées

CSHPF : Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales

DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile

DIREN : Direction Régionale de l'Environnement

DPPR : Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques (MEDD)

DRAC : Direction Régionale des Affaires Culturelles

DRASS : Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

EPNdB : Effective Perceived Noise Decibels

ERP : établissement recevant du public

GART : Groupement des autorités régulatrices des transports

ICBEN : International Commission of the Biological Effects of Noise

ICPE : installations classées pour la Protection de l'environnement

IFEN : Institut français de l'environnement

INPES : Institut national de prévention et d'éducation pour la santé

INRETS : Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité
INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques
IP : indice psophique
IRSN : Institut de recherche et de sûreté nucléaire
ISO : International Organisation for Standardisation
LCPP : Laboratoire Central de la Préfecture de Police
MEDD : Ministère de l'Écologie et du Développement Durable
NEF : Noise Exposure Forecast
NNI : Noise and Number Index
OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
ORS : Observatoire Régional de la Santé
PADD : Projet d'Aménagement et de Développement Durable
PDU : Plan de Déplacement Urbain
PEB : Plan d'Exposition au Bruit
PGS : Plan de Gêne Sonore
PLU : Plan Local d'Urbanisme
RASTI : Rapid Speech Transmission Index
RFF : Réseau Ferré de France
S-DSME : Sourd, Devenu sourd ou Mal Entendant
SCHS : Service Communal d'Hygiène et de Santé
SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale
SEL : Sound Exposition Level
SFA : Société Française d'Acoustique
STI : Speech Transmission Index
TC : Technical Committee
TR : Temps de Réverbération
UTP : Union des Transports Publics
WECPNL : Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level
WG : Working Group
ZUS : Zones Urbaines Sensibles

Préambule

Contexte et objectifs

Le rapport **Impacts sanitaires du bruit : état des lieux. Indicateurs bruit-santé** de l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale répond à la fois à une attente du public et à une saisine des autorités publiques.

A la lecture de différents sondages d'opinion publiés en France au cours de l'année 2003, l'exposition au bruit apparaît en effet comme un sujet de préoccupation important pour la population. Une étude de l'INSEE parue en octobre 2002 indique par exemple que, dans les agglomérations de plus de 50 000 habitants, les habitants placent le bruit devant l'insécurité et la pollution quand il s'agit de hiérarchiser les problèmes locaux les plus préoccupants.

Par ailleurs, la directive 2002/49/CE du Parlement Européen et du Conseil relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement, dont la transposition en droit français doit être effective au plus tard le 18 juillet 2004, fixe aux États membres de l'Union des objectifs en matière de protection contre le bruit. Cette directive rend obligatoires la définition de plans d'action et la réalisation de cartes de bruit pour les grandes agglomérations et les principaux axes de transport. Elle vise également à accroître l'information du public en matière de bruit dans l'environnement et ses effets.

Pour répondre aux besoins de connaissances et préparer l'élaboration des futurs plans d'action, l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale a été saisie par les ministères chargés de la santé et de l'environnement au cours de l'été 2003 afin de produire :

- un état des lieux concernant les méthodes d'évaluation et la quantification de l'impact sanitaire des nuisances sonores, avec une attention particulière portée à l'exposition des populations « sensibles » (enfants et adolescents, personnes âgées, travailleurs postés, riverains d'autoroutes et d'aéroports, ...)
- une évaluation des connaissances scientifiques sur la pertinence des « indicateurs » utilisés dans la réglementation française, comprenant un état comparatif avec les réglementations étrangères pertinentes ;
- éventuellement une proposition d'indicateurs complémentaires qui permettent de rendre compte des phénomènes de multiexposition et de multi-nuisances.

Ce rapport dresse un état des lieux des connaissances actuellement disponibles sur le plan international en matière d'impacts sanitaires de l'exposition au bruit, à court et à long terme. Ce faisant il relève de nombreuses lacunes et besoins de recherches.

Le second objectif du rapport est d'évaluer les indicateurs bruit-santé en vue d'identifier ceux qui paraissent les plus pertinents pour la mise en œuvre et l'évaluation des politiques de lutte contre les nuisances sonores, visant à protéger la santé des populations.

L'objet même de ce travail, le bruit, constitue un phénomène omniprésent dans la vie quotidienne, aux sources innombrables et d'une infinie diversité. La neuvième édition du dictionnaire de l'Académie française définit en effet le bruit comme un « *son ou ensemble de sons qui se produisent en dehors de toute harmonie régulière* ». Le bruit est donc un *objet*, phénomène physique, le son, mesurable selon des paramètres constants, mais *connoté* de façon négative, selon des critères *subjectifs*. Chaque individu possède ainsi sa propre perception du bruit, qui dépendra elle-même de composants multiples, contextuels, personnels et culturels. La notion de nuisance sonore est elle aussi éminemment subjective, une nuisance étant définie comme ce qui nuit à la santé ou entraîne une sensation désagréable, ce qui est la cause de désagrément. La conception de la santé qui sous-tend ce rapport correspond ainsi à la définition de l'OMS, très large et en partie subjective : « *la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité* »¹.

Ce rapport s'attache à la fois aux effets subjectifs de l'exposition au bruit, pouvant entraîner une gêne, définie de façon large par l'OMS comme « *une sensation de désagrément, de déplaisir provoquée par un facteur de l'environnement dont l'individu ou le groupe connaît ou imagine le pouvoir d'affecter sa santé* » et donnant lieu à une déclaration individuelle ; et aux effets objectifs, c'est-à-dire pouvant être mesurés, évalués selon des critères applicables à tous les individus. La difficulté dans ce cas consiste à pouvoir relier de manière certaine le facteur suspecté à l'effet sanitaire observé. Car corrélation ne signifie pas causalité, de nombreux facteurs de confusion tels que les données socioéconomiques pouvant laisser croire à une relation causale.

Historiquement, les émissions sonores, leur mesure, les méthodes pour les réduire, ont été abordées et traitées source par source, selon des logiques institutionnelles ou professionnelles. La multiplicité

¹ Cette définition, qui n'a pas été modifiée depuis 1946, figure dans le Préambule à la Constitution de l'Organisation mondiale de la Santé, tel qu'adopté par la Conférence internationale sur la Santé, New York, 19-22 juin 1946; signé le 22 juillet 1946 par les représentants de 61 Etats. 1946; (Actes officiels de l'Organisation mondiale de la Santé, n°. 2, p. 100) et entré en vigueur le 7 avril 1948.

des sources de bruit rend difficile la mise en œuvre de politiques globales et complètes de réduction des émissions sonores. Or, du point de vue de l'individu, c'est souvent l'accumulation successive ou concomitante des expositions à différents types de bruit qui génère de la gêne et peut s'avérer nocive pour la santé.

Si l'arsenal réglementaire, qui était éparpillé, a été très utilement intégré et complété avec la loi n°92-1444 du 31 décembre 1992, la mise en application de cette loi reste à ce jour insuffisante. A la demande des responsables politiques, de nombreux rapports et travaux, conduits en France au cours des dernières années, ont établi régulièrement un état des lieux de l'application des textes réglementaires au plan national et ont fourni de nombreuses propositions visant à améliorer la lutte contre les nuisances sonores. Mais leurs résultats et recommandations n'ont souvent que partiellement été pris en compte et mis en application².

Les moyens mis en œuvre dans la lutte contre les nuisances sonores ne semblent pas à la mesure des attentes du public et des objectifs d'une politique de santé publique préventive. La volonté politique fait souvent défaut sur un thème qui n'est pas considéré comme prioritaire, par comparaison avec d'autres problématiques environnementales pour lesquelles la mobilisation des acteurs est forte, et dont les responsables sont moins nombreux et mieux identifiés.

Le risque sanitaire lié au bruit n'est le plus souvent pas considéré avec la même inquiétude que celle entourant d'autres types de nuisances environnementales comme par exemple les impacts de la pollution atmosphérique. Dans la majorité des cas, les paramètres acoustiques ne sont que depuis très récemment pris en compte dès la phase initiale d'élaboration des projets d'infrastructure, d'implantation des activités, d'aménagement de l'espace urbain, avant que les plaintes des habitants n'obligent à un questionnement.

La conscience des risques et l'information du public sont très faibles. La recherche par les jeunes de volumes sonores importants est reliée à la valorisation plus générale de la vitesse, du mouvement

² Parmi les nombreux rapports en matière de lutte contre les nuisances sonores, citons :

- Rapport relatif à la protection des riverains contre le bruit des transports terrestres, présidé par le député Bernard Serrou, 1995. Ce rapport précise les moyens qui doivent être mis en œuvre pour résorber les points noirs.

- La résorption des Points Noirs du bruit routier et ferroviaire, rapport présidé par Claude Lamure, novembre 1998. Ce rapport évaluait à 200 000 le nombre de logements concernés par de fortes nuisances sonores provoquées par les infrastructures routières et ferroviaires.

- Le bruit des deux-roues à moteur. Rapport du groupe de travail interministériel, mission bruit (MEDD), 29/06/2001

- Bruit de l'aviation légère en France. Rapport du groupe de travail, Conseil National du Bruit, rapport présidé par Claude Lamure, 2002.

- Des solutions pour vivre mieux. Rapport du groupe de travail sur les difficultés d'application de la réglementation sur les bruits de voisinage, Conseil National du Bruit, rapport dirigé par Philippe Ritter, janvier 2002.

- Les bruits de voisinage et les communes : prise en charge, difficultés et propositions d'actions, rapport présidé par le docteur Frédéric Hugel, directeur du service Hygiène et Santé de la ville de Strasbourg, mai 2000.

- Évaluation de l'exposition des Parisiens au bruit, Marie Larnaudie, septembre 2002, Service de la protection de l'air et de l'ambiance sonore de la Villes de PARIS

- Rapport d'information sur la politique aéroportuaire, enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 2 juin 1999, présenté par Mr. Jean-Pierre Blazy, rapporteur

rapide, de la puissance mécanique. En plus des enjeux économiques, de la multiplicité des sources à contrôler, la lutte contre les nuisances sonores se heurte donc à une résistance en partie culturelle.

Un travail préparatoire a été réalisé au sein de l'Agence, afin d'identifier les compétences nécessaires pour répondre aux questions posées par les saisines ministérielles. Puis, a été constitué un groupe de travail, rassemblant des partenaires disposant d'une expertise scientifique reconnue et comprenant notamment des membres du Centre scientifique et technique du bâtiment, de l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité, du Laboratoire central des ponts et chaussées, du Laboratoire national d'essai, de l'Institut français de l'environnement, de l'Institut National de Recherche et de Sécurité, ainsi que des responsables techniques de collectivités territoriales ou d'établissements publics impliqués en particulier dans le domaine des transports.

Ont également été associés à ce groupe de travail des chercheurs universitaires, des médecins spécialistes, le Centre de recherche du service de santé des armées ainsi que le bureau 7C de la Direction générale de la santé et, bien évidemment, la Mission bruit du ministère en charge de l'environnement.

Ce rapport a donc bénéficié des contributions d'un nombre important d'experts issus d'horizons divers du monde scientifique, sociologique, technologique et administratif. Nous remercions vivement pour leur contribution l'ensemble des membres du groupe de travail.

Chacun d'eux est brièvement présenté à la fin de ce rapport.

Plan du rapport

Ce rapport analyse en premier lieu la perception sociale des nuisances sonores en France (Introduction). Les différents types de sources de bruit et vibrations dans l'environnement sont ensuite présentés ainsi que leur cadre réglementaire respectif : bruit dans l'habitat, bruit ambiant et notamment en relation avec les différents moyens de transport, bruit en milieu de travail (Partie I). Lorsqu'elles sont possibles, des comparaisons avec l'arsenal réglementaire d'autres pays sont proposées.

Le rapport établit ensuite un état des lieux des connaissances actuelles sur les différents impacts connus du bruit sur la santé, qu'il s'agisse de l'impact sur l'audition, des effets extra auditifs et des effets subjectifs, ainsi que des effets des multiexpositions au bruit et des expositions combinées du bruit avec d'autres sources de nuisances (partie II). Cet état des lieux fournit les éléments nécessaires à l'étude des indicateurs bruit-santé, indicateurs indispensables à la mise en œuvre d'une politique de réduction des impacts sanitaires du bruit (partie III). Les indicateurs pertinents sur un plan sanitaire sont ceux qui permettent de rendre compte de l'impact sanitaire du bruit.

La dernière partie du rapport rappelle brièvement les nombreux acteurs intervenant dans la lutte contre le bruit et la prévention des nuisances sonores, et présente particulièrement le rôle des collectivités locales (partie IV).

Certains éléments techniques complémentaires sont présentés en annexe :

- les nécessaires descriptions physiques du bruit (caractéristiques physiques des sons, démarche métrologique) : annexe 1 ;
- le bruit ferroviaire en milieu urbain, le cas de la RATP : annexe 2 ;
- les bruits et vibrations liés aux transports sur voies ferrées, le cas de la SNCF : annexe 3 ;
- un exemple de campagne de sensibilisation : les concerts de sensibilisation sur les risques auditifs liés à l'écoute des musiques amplifiées : annexe 4.

Enfin, à partir de l'état des lieux des connaissances préalables, le rapport propose un ensemble de recommandations en matières de lutte contre l'exposition au bruit et de plans d'action afin de lutter contre les effets sanitaires de l'exposition au bruit. Pour certaines de ces recommandations nous avons choisi la présentation par catégorie de destinataire.

Directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002³ : présentation succincte

La directive 2002/49/CE du Parlement européen et du conseil, relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement, vise à établir une approche commune aux pays membres de la communauté en matière de prévention et de réduction des effets nuisibles de l'exposition au bruit. Cette approche consiste à (1) évaluer l'exposition des populations, par une cartographie du bruit établie selon des méthodes communes, (2) informer le public en matière de bruit dans l'environnement et ses effets, (3) adopter des plans d'action fondés sur les résultats de la cartographie afin de prévenir et de réduire si nécessaire le bruit dans l'environnement, lorsque les niveaux peuvent entraîner des effets nuisibles pour la santé.

La directive vise particulièrement à fournir une base pour mettre au point des méthodes de mesures communes destinées à réduire les émissions sonores provenant des principales sources, en particulier des véhicules, des infrastructures routières et ferroviaires, des avions, des matériels industriels et engins mobiles (les bruits à l'intérieur des bâtiments provenant de sources extérieures sont pris en compte). Certaines catégories de bruit comme les bruits à l'intérieur des moyens de transport et ceux relevant des activités domestiques ne sont pas pris en compte.

Les Etats membres doivent désigner les autorités compétentes et les organismes chargés de la collecte des informations et de l'établissement des cartes de bruit, de l'élaboration des plans d'action, en particulier pour les agglomérations, les axes routiers et ferroviaires ainsi que les grands aéroports. Des cartes de bruit doivent être établies au plus tard en juin 2007 pour toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants et pour tous les grands axes routiers ou ferroviaires ainsi que tous les grands aéroports⁴. En juillet 2008, les autorités compétentes devront avoir établi sur leur territoire des plans d'action visant à gérer des problèmes de bruit et les effets du bruit, y compris la réduction de bruit à proximité des grands axes routiers et dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants avec une protection des zones calmes. En juillet 2013, les autorités compétentes devront avoir établi des plans d'action pour traiter les problèmes de dépassement des valeurs limites pertinentes. Ces plans d'action devront être révisés lorsque surviendra un effet modifiant la situation et au moins tous les cinq ans.

Le public devra être informé des propositions relatives aux plans d'action et à leur réexamen ; cette participation devra être prise en compte. Les cartes de bruit établies et approuvées, ainsi que les plans d'action arrêtés devront être rendus accessibles au public de manière claire et compréhensible.

³ La transposition de cette directive doit être effective au plus tard le 18 juillet 2004 dans les Etats membres.

⁴ Au plus tard en juin 2012, les Etats membres devront avoir élaboré des cartes de bruit montrant la situation au cours de l'année civile précédente. Ces cartes de bruit devront être réexaminées et révisées tous les cinq ans.

Résumé

INTRODUCTION

L'opinion des Français à l'égard du bruit semble paradoxale : les enquêtes montrent qu'ils attribuent une valeur importante et croissante au droit à la tranquillité sonore dans leur cadre de vie, mais simultanément le bruit n'occupe qu'une place mineure en tant que problème de santé lié à l'environnement.

Cela est peut-être lié au fait que le bruit n'éveille pas les mêmes inquiétudes que les autres nuisances ou risques environnementaux : il ne conduit pas à des événements catastrophiques non maîtrisables et ne compromet pas les éléments fondamentaux de la vie que sont l'air et l'eau. Cette hiérarchie des problèmes environnementaux est renforcée par l'influence des médias qui ne traitent que très rarement le thème du bruit, difficilement traduisible en image.

Les enquêtes montrent que la sensibilité au bruit s'accroît avec la taille des agglomérations. Le niveau de revenu est un facteur déterminant, les ménages pauvres sont statistiquement plus exposés au bruit. Le bruit est perçu par les Français comme une question *locale* de qualité de vie avant d'être une question de société et d'environnement. Les collectivités locales sont alors plébiscitées en première place pour lutter contre les problèmes de nuisances sonores, très loin devant l'État.

I) LES SOURCES DE BRUIT ET VIBRATIONS, LA PROPAGATION DU BRUIT

Les sources de bruit sont multiples et concernent tous les milieux : bruit dans l'habitat et les lieux de résidence, bruit ambiant et notamment en relation avec les différents moyens de transport, bruit en milieu de travail, bruit au cours des loisirs. A l'intérieur de chaque milieu, les principales sources de bruit peuvent être identifiées. La réglementation en matière de bruit est ainsi organisée d'une part en fonction des différents environnements dans lesquels l'individu est soumis au bruit, d'autre part autour de certaines sources de bruit bien identifiées : bruits émis par les véhicules automobiles, par certains matériels et équipements, par les avions. Les réglementations varient parfois de manière significative entre les pays.

En France, les connaissances en termes d'émissions sonores et d'exposition des populations sont très lacunaires à ce jour, à la fois en ce qui concerne l'intérieur des locaux, les lieux publics, et en milieu extérieur, en particulier durant les loisirs.

Les pratiques et comportements sont déterminants : sont ainsi particulièrement exposés les jeunes dont les pratiques d'écoute de musique amplifiée, à des niveaux sonores élevés, se sont fortement développées. Par ailleurs les émissions sonores dans les discothèques, cinémas, patinoires, piscines, centres commerciaux, présentent des niveaux très élevés. Le cas des expositions auxquelles sont soumis les enfants à l'intérieur des locaux scolaires, particulièrement dans les cantines et salles de sport, est également problématique. Les recommandations françaises (valeurs-limites) sont en ce domaine moins exigeantes que celles de nombreux autres pays.

Les bruits émis par les différents modes de transport sont de mieux en mieux connus, mais la connaissance des expositions cumulées subies par les riverains des infrastructures est encore faible, en particulier pour les bruits ferroviaires. Il n'existe à ce jour aucune norme ou réglementation en France et en Europe en matière de nuisances vibratoires dues aux transports. Des spécifications européennes d'interopérabilité qui fixeront des valeurs-limites pour les émissions sonores des matériels roulants sont attendues au cours des prochaines années. Dans le domaine des bruits aériens, les données de l'ACNUSA pour la région francilienne publiées en 2003 sont nuancées : selon les zones concernées, le bilan résultant de la réorganisation des couloirs aériens est favorable ou non, et si le nombre d'habitants survolés en dessous de 3000 m a diminué, la situation se serait dégradée en ce qui concerne les survols à basse altitude (moins de 1000 m), les plus gênants. Avec la directive 2002/49/CE, le bruit autour des aéroports devient le plus surveillé.

En revanche, les connaissances de l'exposition des voyageurs à l'intérieur des modes de transports, ponctuelles, sont très faibles.

En matière de bruits dans l'environnement dus aux activités industrielles, la réglementation, en partie issue de la loi n°92-1444 de 1992, a été complétée au cours de la deuxième moitié de la décennie 1990. Actuellement en cours de révision, cette réglementation impose des méthodes de mesure des bruits et fixe des niveaux maximum d'émergence (en dB(A)).

En milieu de travail, la déclaration des surdités professionnelles, dont les cas déclarés diminuent au cours des dernières années, est indéniablement sous-évaluée. La réglementation s'appuie sur deux indicateurs de niveau de risque : un descripteur énergétique qui représente l'exposition moyenne du travailleur au cours d'une journée, exprimé en dB(A) ; un descripteur de pression acoustique de crête, correspondant à la valeur maximale de niveau de bruit, exprimé en dB, reçu au cours d'une

journée de travail. Une directive européenne, en cours de transposition et qui entrera en vigueur en février 2006, abaisse les seuils d'action.

La propagation du bruit dans l'environnement varie fortement en fonction de paramètres topographiques et météorologiques. Les différents moyens existants de protection physique contre le bruit (écrans acoustiques, isolation des bâtiments) présentent une efficacité variable.

II) IMPACTS SANITAIRES DU BRUIT

Les impacts sanitaires de l'exposition au bruit sont divers, comprenant l'impact sur l'audition, les effets dits « extra auditifs » (effets sur le sommeil, sur la sphère végétative, sur le système endocrinien, sur le système immunitaire, sur la santé mentale), les effets subjectifs (gêne due au bruit, effets du bruit sur les attitudes et les comportements, effets sur les performances, effets sur l'intelligibilité de la parole). Les effets liés aux multiexpositions au bruit (expositions cumulées) et aux expositions combinées du bruit avec d'autres sources de nuisances (bruit et agents ototoxiques, bruit et chaleur) demeurent mal connus. Certaines populations présentent une vulnérabilité particulière à l'exposition au bruit : enfants en milieu scolaire en phase d'apprentissage, travailleurs exposés simultanément à des nuisances ou médicaments de différents types (solvants aromatiques, monoxyde de carbone et acide cyanhydrique, antibiotiques, diurétiques, acide acétylsalicylique, anti-tumoraux), personnes âgées et personnes touchées par une déficience auditive, appareillées ou non.

Les coûts économiques des impacts sanitaires du bruit comprennent le coût des réductions, voire des suppressions de bruit, jusqu'au coût des traitements médicamenteux pouvant être associés à une exposition au bruit.

Effets auditifs

La soumission au bruit de l'appareil auditif se traduit par la fatigue auditive et la perte auditive, qui sont toutes deux « évaluées actuellement par une audiométrie tonale liminaire sur la gamme des fréquences audibles », les « pertes étant exprimées en dB HL (*hearing level*) par rapport à une population normale standard (mesures selon normes AFNOR S 30-007 et ISO 389) ». Les audiogrammes permettent ainsi de mettre en lumière les effets de perte ou de fatigue auditives. Il existe des facteurs de susceptibilité interindividuelle au bruit.

Il est aujourd'hui difficile de faire la part des pertes auditives strictement liées au bruit et peu de données épidémiologiques existent sur les surdités exclusivement liées au bruit. De plus, « chaque

étude utilise un mode d'évaluation de la surdité différent, ce qui rend la comparaison des populations difficiles ». Les besoins en matière de recherches épidémiologiques sont donc importants.

Effets extra-auditifs

Les effets extra-auditifs du bruit, nombreux, sont difficiles à attribuer de façon indéniable et univoque au bruit en raison de l'existence de nombreux facteurs de confusion. Ils sont appréciés soit par des mesures *objectives* (par exemples les mesures électrophysiologiques : électroencéphalographie, électrooculographie et/ou des paramètres des systèmes végétatifs : fréquences cardiaque et respiratoire ; les modifications de concentrations hormonales...) ; soit par des mesures *subjectives* (appréciation de la qualité du sommeil par des questionnaires appropriés...). Nous indiquons à quels niveaux de bruit (en dB) les troubles se manifestent, selon diverses études. L'OMS a proposé en 2000 des valeurs guides (exposition mesurée à travers deux descripteurs : un descripteur énergétique et un descripteur événementiel) relatives aux effets spécifiques du bruit sur la santé et dans des environnements spécifiques (intérieur des logements, intérieur des chambres à coucher, salles de classe et jardins d'enfants, etc.).

Diverses études mettent en évidence des différences interindividuelles de la sensibilité au bruit nocturne (différences de seuils de réactivité aux bruits). Les travailleurs de nuit constituent une population particulière du fait de leur exposition pendant le sommeil au bruit diurne.

Les résultats des études conduites dans le champ des effets extra-auditifs du bruit ne sont quant à eux pas congruents.

Les effets du bruit sur la santé mentale sont encore plus difficiles à étudier. On utilise comme indicateur de corrélation entre exposition au bruit et santé mentale la consommation médicamenteuse. Les études concernant la santé mentale de l'enfant aboutissent à des résultats contradictoires. Les difficultés méthodologiques très importantes de tels travaux relèvent essentiellement de la difficulté à dissocier les effets liés au statut socioéconomique et les effets liés au bruit.

Effets subjectifs

L'établissement des liens entre effets sanitaires *subjectifs* et niveaux d'exposition au bruit est très difficile. Les paramètres utilisés pour la mesure physique des bruits (intensité énergétique, durée, fréquence, etc.) semblent insuffisants pour exprimer la très grande variabilité des réactions individuelles. Les réponses individuelles aux bruits sont en effet éminemment subjectives, variant

en fonction de prédispositions physiologiques et psychologiques individuelles et selon les diverses sources.

Un très grand nombre d'enquêtes sociales ou socio-acoustiques a été mené depuis près de 60 ans afin d'étudier la gêne due au bruit. Or « *l'utilisation de différents types d'échelle ainsi que des formulations variées ont rendu difficile la comparaison des résultats d'enquête, surtout sur le plan international* ». Pour ces raisons, des travaux ont été conduits afin de faire des recommandations concernant la conception des enquêtes sur la gêne due au bruit et plus particulièrement sur le choix des échelles de gêne ainsi que sur la formulation et la structure des questions à poser aux personnes enquêtées. Ces travaux ont été repris dans ceux du Groupe de travail 49 de l'ISO (ISO/TC43/SC1) qui a proposé en 2000 un projet de recommandation relatif à l'évaluation de la gêne due au bruit adopté en 2003 (ISO, 2003). Ces enquêtes ont montré pour la plupart « *qu'il est difficile de fixer le niveau précis où commence l'inconfort et ont souligné le caractère variable du lien existant entre les indices de gêne et l'intensité physique du son* ». Des relations « dose-réponse » (European Commission, 2002) ont cependant pu être établies entre niveaux d'exposition au bruit (notamment de transport) et gêne individuelle. L'indicateur utilisé dans ces travaux est le Lden en façade.

Cependant les corrélations entre niveaux d'exposition et gêne individuelle, bien que significatives, sont relativement faibles. Ainsi le bruit n'expliquerait au mieux que 30 à 40 % de la gêne exprimée, bien d'autres facteurs non acoustiques de modulation intervenant dans la réaction individuelle.

Les relations entre bruit et troubles du comportement sont étudiées soit sur le terrain, soit par des travaux en laboratoire. Les mécanismes de ces phénomènes ne sont aujourd'hui pas élucidés.

Multiexposition

La question des multiexpositions est abordée de façons variées sur le plan international : il s'agit parfois d'exposition à des sources combinées ou simultanées, parfois d'expositions cumulées. Cette question soulève plusieurs problèmes : celui de la métrologie acoustique (comment mesurer une multiexposition ? comment évaluer la contribution de chacune des sources au niveau global d'exposition ?) ; celui de l'évaluation de la réaction totale.

La connaissance des populations exposées simultanément à plusieurs sources de bruit (typiquement aux bruits émis par différents modes de transports) en France est désormais ancienne et très incomplète. La compréhension des processus à l'origine des réactions individuelles dans des environnements complexes reste très limitée et elle soulève le problème de la méthodologie d'évaluation de la gêne totale. Or, « *à la lumière de travaux récents, il ne semble pas y avoir actuellement de consensus sur un modèle permettant d'évaluer la gêne totale due à la combinaison de plusieurs sources de bruit* », et « *ces modèles ne s'appuient pas ou de façon insuffisante sur la*

connaissance des processus psychologiques (perceptuel et cognitif) participant à la formation de la gêne, mais sont plutôt des constructions mathématiques de la gêne totale ».

Coexposition

Les connaissances des effets sur la santé des expositions simultanées au bruit et à des agents ototoxiques (antibiotiques, diurétiques, salicylates, anti-tumoraux, solvants aromatiques, monoxyde de carbone et acide cyanhydrique) sont actuellement très limitées. Pour ce qui est des coexpositions au bruit et à des solvants, *« l'audiométrie tonale ne fournit pas de signature audiométrique permettant d'affirmer que la surdité diagnostiquée est due à une intoxication par les solvants, et pas seulement à l'exposition au bruit »*. L'expérimentation animale a permis de fournir certaines informations, par exemple concernant le pouvoir ototoxique des solvants aromatiques.

Enfin, *« les limites d'exposition au bruit ont été établies pour des sujets ne présentant pas de fragilité cochléaire particulière. Cependant, une oreille interne fragilisée par un ou plusieurs agents ototoxiques pourrait se révéler plus vulnérable à une agression sonore qu'une oreille exposée uniquement au bruit »*. La question de la pertinence des limites d'exposition actuellement en vigueur en France et de l'information du public se pose donc avec une grande acuité dans le cas des personnes soumises à la fois au bruit et à des agents ototoxiques.

Des travaux ont porté sur les effets sanitaires des interactions entre bruit et températures ambiantes. Mais la démarche utilisée, centrée sur le confort, était souvent très contraignante (un seul des facteurs environnementaux était modifié). Lorsque les deux paramètres physiques – bruit et température ambiante – étaient modifiés simultanément, le paramètre jugé prédominant en termes de confort était celui pour lequel les valeurs initiales d'exposition étaient les plus « critiques ». Une étude indique que les bruits de niveaux élevés augmentent l'inconfort thermique.

Déficience auditive, handicap social et effets du vieillissement

Parmi les déficiences chroniques les plus fréquentes chez les personnes âgées, la surdité vient en troisième position, entraînant chez elles des répercussions physiques et mentales importantes. Les handicaps liés à la surdité et à l'altération des capacités auditives sont multiples et ne se limitent pas à la déficience auditive (altération de la communication interpersonnelle, altérations de la perception de l'espace et du temps, acouphènes, altération des fonctions d'équilibre, etc.). La qualité de vie est globalement et profondément altérée.

La presbycusis est une détérioration lente de la fonction auditive résultant d'un processus de vieillissement. Elle touche hommes et femmes à partir de 50 ans, avec une grande variabilité interindividuelle. Il s'agit d'un problème de santé publique qui s'aggrave.

La prise en charge technico-sociale des personnes présentant une déficience auditive peut être très largement améliorée (appareillage, rééducation auditive et compensations spécifiques). La prévention est également très insuffisante.

III) DESCRIPTEURS DE BRUIT, INDICATEURS BRUIT-SANTE

A partir de l'état des lieux des connaissances sur les impacts sanitaires du bruit, il est possible de réfléchir sur les *indicateurs* pertinents, c'est-à-dire ceux qui présentent une corrélation significative avec les effets sanitaires tels qu'ils sont connus.

Unité de mesure, descripteurs et indicateurs de bruit

Le décibel reste à ce jour l'*unité de mesure* exprimant un niveau énergétique la plus utilisée pour la mesure du son, comme phénomène physique simple. Le PNdB est une autre unité destinée à mesurer les bruits aériens. A partir de ces grandeurs sont calculés des indicateurs plus complexes censés modéliser la gêne ressentie (laquelle varie en fonction de l'heure, mais aussi de la source).

Rappelons qu'un descripteur de bruit est une expression mathématique utilisée pour représenter simplement une situation complexe, variable dans le temps, un outil qui permet une bonne évaluation et surtout des comparaisons de l'exposition au bruit en différents lieux, à divers moments de la journée et de l'année.

La terminologie adoptée dans ce rapport en matière de *descripteurs* de bruit est la suivante :

- le terme *indice* s'applique à une mesure, une description du phénomène physique du bruit, qui prend en compte certains paramètres (fréquences, puissance...); l'indice est purement une expression de forme physique ;
- le terme *indicateur* s'intéresse à la relation entre niveaux de bruit (exprimés par un indice) et impacts sanitaires par le biais d'une relation dose-réponse.

Les descripteurs existants ont été construits en fonction des caractéristiques des sources de bruit (initialement dans le cadre de procédures de certification, fixées par les industriels eux-mêmes), et non en fonction de l'incidence sanitaire. Les descripteurs diffèrent selon les sources, l'objectif d'utilisation du descripteur, la période d'émission du bruit, etc.

Cette multiplicité rend complexe la connaissance des expositions et des impacts sanitaires du bruit, aussi bien pour les experts que pour le grand public. Elle entraîne une difficulté de comparaison, le transfert d'un descripteur à l'autre est difficile.

Les descripteurs de bruit utilisés varient également d'un pays à l'autre.

On distingue deux grandes catégories de descripteurs de bruit :

- **les descripteurs énergétiques intégrés** qui prennent en compte le cumul des bruits sur une période donnée - le jour, la nuit, 24h ou plus (ex. : LAeq et ses dérivés comme le Lden, Lnight, Lday, Levening) et peuvent donc caractériser une *exposition de long terme*. On a construit des indicateurs utilisant des pondérations définies arbitrairement, censées représenter la gêne ressentie du fait des émissions sonores, laquelle varie selon le moment de la journée. L'indicateur Lden (day, evening, night), retenu par la directive européenne n° 2002/49/EC, est de plus en plus utilisé.

Il devient de plus en plus évident que l'approche énergétique, fût-elle pondérée selon les périodes d'apparition du bruit, trouve rapidement ses limites eu égard aux réactions manifestées par les personnes. On voit ainsi apparaître également, sans qu'ils soient définitivement adoptés, des descripteurs événementiels caractérisant des phénomènes *uniques*.

- **les descripteurs événementiels** (ex. : SEL et Lmax), caractérisant un événement sonore et prenant en compte la caractéristique d'émergence forte de certains bruits (tels ceux émis au passage des avions). Le Lmax est le plus utilisé sur le plan international. Il peut être exprimé en deux unités dB(A) ou PNdB. Le PNdB prend en compte le fait que certaines fréquences émises par les bruits d'avions sont considérées comme plus gênantes ; il applique ainsi une pondération en fréquence un peu différente du dB(A) qui est lui-même pondéré en fonction de la sensibilité de l'oreille.

Cependant différentes approches sont utilisées selon les pays.

Certains *indicateurs* de bruit sont construits de manière à représenter la gêne que le bruit peut entraîner. Ils sont alors construits en fonction de relations dose-réponse des effets du bruit sur la santé (par exemple les effets du bruit sur le sommeil) et sont ainsi censés être des marqueurs des effets du bruit sur la santé.

Les indicateurs de bruit, associés à des valeurs-limites et à des périodes d'exposition, sont utilisés principalement dans les actions réglementaires nationales (zonage acoustique, création d'infrastructures de transport, construction de bâtiments, insonorisation de logements...).

Des critères complémentaires peuvent être établis qui visent à prendre en compte la sensibilité de l'appareil auditif au spectre de fréquence des bruits.

Quels que soient les indicateurs utilisés, les corrélations sont difficilement établies entre de tels indicateurs de mesure physique du bruit et les impacts sur la santé des bruits mesurés. Le choix d'indicateurs pertinents repose sur quelques critères : validité, applicabilité pratique, transparence de l'indicateur. Mais « *l'importance relative qui est accordée à ces critères est variable et, la recherche d'un indicateur unique et simple est une tâche difficile et délicate, d'autant que ces critères sont en partie mutuellement exclusifs* ».

Valeurs-limites

Les valeurs-limites sont le plus souvent établies sur la base des résultats des travaux de recherche portant sur la gêne psychologique et sur les perturbations du sommeil. Elles résultent cependant des compromis qu'effectuent les autorités gouvernementales entre les objectifs de santé publique et le coût des mesures à prendre pour réduire les expositions. Leur existence légale ne signifie pas qu'elles sont respectées.

IV) ROLE DES DIFFERENTS ACTEURS PUBLICS

De l'Etat et ses services décentralisés aux différentes catégories de collectivités locales, tous les échelons d'autorités publiques jouent un rôle en matière de lutte contre le bruit et de prévention des nuisances sonores.

L'Etat intervient essentiellement par l'arsenal réglementaire visant à contrôler les émissions sonores et limiter les nuisances qu'elles constituent pour différentes catégories de population (population générale, travailleurs exposés dans le milieu professionnel, enfants en milieu scolaire, ...).

Les élus locaux peuvent jouer un rôle particulièrement déterminant, en particulier dans le cas des agglomérations de grande taille, en matière de prévention des nuisances sonores, par l'utilisation qu'ils font des outils de planification et d'aménagement urbains.

RECOMMANDATIONS

Ce rapport donne lieu à une série de recommandations axées sur l'amélioration des connaissances en matière d'impacts sanitaires du bruit et présentant des pistes de recherche pour la définition d'indicateurs sanitaires pertinents. D'autres recommandations en matière de politique de prévention des impacts sanitaires du bruit sont présentées par type de destinataires. Les pouvoirs publics sont concernés par l'organisation d'un dispositif de surveillance et par leur action sur la réglementation, en particulier à travers l'imposition et le respect de valeurs-limites pour les émissions sonores et les expositions au bruit des populations, y compris les populations sensibles. Leur rôle est également déterminant sur le plan des choix d'équipements générateurs de bruit. Cette question, qui relève en grande partie d'arbitrages politiques, n'est pas traitée dans ce rapport.

Les élus locaux exercent également une influence déterminante en matière de protection contre les nuisances sonores. Ils peuvent agir en effet en amont des émissions sonores à travers les différents outils de planification et d'aménagements urbains (plan de déplacements urbains, plan local d'urbanisme, délivrance des permis de construire). Etant également responsables de la qualité des études d'impact des projets dont leur collectivité assure la maîtrise d'ouvrage, ils peuvent s'assurer de la qualité des études acoustiques dans les études d'impact.

De nombreux professionnels sont concernés par la question des nuisances sonores. Ces recommandations ne s'intéressent qu'à certains domaines : bâtiment, équipements, véhicules automobiles. Le traitement des sources de bruit est en effet une question aux multiples facettes qui pourraient être abordés dans tous les secteurs. Mais ceci déborde le cadre de ce rapport.

Enfin des recommandations essentielles sont présentées en matière d'information et de sensibilisation de chaque citoyen. Les effets sanitaires de l'exposition au bruit méritent d'être mieux connus de tous afin que chacun, en étant conscient des risques, puisse se protéger quand cela est de son ressort. Une telle sensibilisation pourrait entraîner un changement de comportements qui, d'une part mettent en danger la santé des personnes qui s'exposent, d'autre part sont sources de gêne pour les riverains.