



**PLAN DES MESURES
D'ASSAINISSEMENT DU BRUIT
ROUTIER SELON OPB art 19**



République et Canton de Genève
Août 1998

Avant-propos

A l'ouverture de la législature, le Conseil d'Etat a déclaré son intention de mettre en oeuvre une politique de protection de l'environnement en ces termes

- . La préservation du milieu vital et de son équilibre entre le domaine bâti et les lieux de vie n'est pas un luxe et encore moins un caprice. Chacun peut constater, dans la vie quotidienne, et malgré les efforts accomplis, que les nuisances restent importantes, qu'il s'agisse de l'accumulation des déchets, de la qualité des sols, de l'air, de l'eau ou des **nuisances liées au bruit.**"

Discours de Saint-Pierre, 8 décembre 1997

La loi fédérale sur la protection de l'environnement et l'ordonnance sur la protection contre le bruit ont défini, sur une base scientifique, des valeurs de référence et une stratégie de lutte contre les nuisances du bruit. Un cadastre du bruit routier, photographie de la situation actuelle, a tout d'abord été dressé : il montre qu'à Genève un habitant sur quatre supporte une charge sonore trop élevée. C'est la rançon de la forte densité de population et du taux de motorisation et de mobilité record que nous connaissons. Il y a donc urgence à réduire les nuisances sonores.

Parallèlement à la mise à l'enquête publique des «degrés de sensibilité au bruit» qui doivent fixer dans le détail les normes à atteindre et à respecter dans notre canton, le Conseil d'Etat publie le présent programme d'assainissement: l'annonce de l'objectif est en effet indissociable de la démarche pour y arriver.

Ce document préconise un nombre important d'actions et de moyens techniques efficaces. Ils s'insèrent dans un contexte plus général : celui d'un développement durable de notre communauté sur le triple plan de l'équilibre économique, de la solidarité sociale et de la qualité de l'environnement et de notre santé.

Très concrètement, ce plan de mesures sera décliné en programmes d'assainissement annuels avec l'appui de l'autorité fédérale. Les premiers projets d'assainissement verront le jour cette année encore sous forme de revêtements de chaussée antibruit, d'écrans sur des ouvrages d'art et par la pose d'un certain nombre de fenêtres isolantes.

C'est un effort initial intense qui nous attend pour assainir la situation. L'objectif en vaut la peine : notre santé, notre bien-être, notre qualité de vie. Au demeurant le Conseil d'Etat entend veiller à ce que les objectifs de la politique de lutte contre le bruit soient dorénavant pris en compte à tous les niveaux des processus de décision, à la source.



Robert CRAMER
Conseiller d'Etat
chargé du département
de l'intérieur, de l'agriculture,
de l'environnement et de l'énergie



Laurent MOUTINOT
Conseiller d'Etat
chargé du département
de l'aménagement, de l'équipement
et du logement



TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|----|
| Glossaire | |
| Membres du groupe de travail | |
| Introduction | 5 |
| Situation actuelle | 8 |
| Cadre juridique | 9 |
| Droit fédéral | 9 |
| Droit cantonal | 10 |
| Exposition au bruit selon le cadastre | 10 |
| Évaluation des immissions du bruit routier | 10 |
| Degrés de sensibilité au bruit | 10 |
| Estimation de l'ampleur des atteintes | 11 |
| Conséquences du bruit sur la santé | 11 |
| Mesures d'assainissement | 14 |
| Routes appelées à être assainies | 14 |
| Priorités d'assainissement selon l'OPB | 14 |
| Critères de choix de la priorité | 14 |
| Méthode d'évaluation multicritère | 15 |
| Liste des routes prioritaires | 16 |
| Assainissement et mesures d'isolation acoustique | 16 |
| Limitation de l'émission sonore des véhicules | 16 |
| Mesures constructives sur la chaussée | 18 |
| Exploitations des circulations | 20 |
| Mesures sur le chemin de propagation du bruit | 23 |
| Mesures constructives et d'aménagement | 23 |
| Isolation acoustique | 25 |
| Réalisation du plan des mesures | 28 |
| Généralités | 29 |
| Programme de réalisation des mesures | 29 |
| Mesures globales | 29 |
| Routes nationales | 30 |
| Routes cantonales | 30 |
| Routes communales | 31 |
| Coordination avec le plan directeur cantonal | 31 |
| Coordination avec le plan des mesures OPAir | 32 |
| Evaluation des résultats des mesures d'assainissement | 32 |
| Mise en place des structures et du calendrier d'évaluation périodique les l'efficacité des mesures | 32 |
| Annexe 1 - Base légale | 35 |
| Annexe 2 - Conséquences du bruit sur la santé | 56 |
| Annexe 3 - Méthodes multicritère d'évaluation des priorités | 61 |
| Annexes 4 et 5 - Liste des routes prioritaires | 65 |
| Annexe 6 - Méthodes et moyens techniques d'assainissement | 73 |
| Annexe 7 - Mesures constructives sur la voie de propagation | 85 |
| Annexe 8 - Coût de l'assainissement du bruit | 89 |



GLOSSAIRE

| | |
|------------------|--|
| BTE | Brigade transports et environnement |
| CETUR | Centre de recherche sur le trafic urbain (France) |
| dB(A) | Niveau de pression acoustique (niveau sonore) pondéré A (courbe de réponse en fréquence d'une oreille moyenne) |
| DIAE | Département de l'intérieur, de l'agriculture, de l'environnement et de l'énergie |
| DJPT | Département de justice et police et des transports |
| DS | Degrés de sensibilité au bruit (label de qualité de l'environnement sonore) - entre I (zone la plus sensible) et IV (la moins sensible) |
| DAEL | Département de l'aménagement, de l'équipement et du logement |
| ECOTOX | Service cantonal d'écotoxicologie |
| Emission | Agent physique (bruit p. ex.) ou chimique à l'endroit où il est émis |
| EMPA | Office fédéral des essais des matériaux (Dübendorf) |
| Immission | Agent physique (bruit p. ex.) ou chimique à l'endroit où il est perçu |
| Le | Niveau d'émission sonore - L _{eq} à 1 m de la source |
| L _{eq} | Niveau sonore équivalent - moyenne énergétique |
| LPE | Loi fédérale sur la protection de l'environnement |
| L _r | Niveau d'évaluation - niveau moyen annuel d'exposition au bruit (de jour et de nuit) pour un genre particulier d'installation |
| Nn1 | Proportion de véhicules moyennement bruyants de nuit |
| Nn2 | Proportion de véhicules bruyants de nuit (camions, bus, etc.) |
| Nt1 | Proportion de véhicules moyennement bruyants de jour |
| Nt2 | Proportion de véhicules bruyants de jour (camions, bus, etc.) |
| OCS | Office cantonal de la statistique |
| OEIE | Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement |
| OET | Ordonnance sur l'homologation obligatoire des machines mobiles |
| OETV | Ordonnance fédérale sur l'équipement technique des véhicules à moteur |
| OFEFP | Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (Berne) |
| OFR | Office fédéral des routes |
| OFT | Office fédéral des transports |
| OPair | Ordonnance fédérale sur la protection de l'air |
| OPB | Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit |
| OTC | Office des transports et de la circulation |
| PRASSOB | Programme des mesures d'assainissement selon l'OPB |
| R' _w | Indice d'affaiblissement du son (isolation acoustique - dB) |
| Solidien (bruit) | Bruit "intérieur" propagé par la structure du bâtiment ; par opposition au bruit "extérieur" aérien, audible à une certaine distance de l'installation |
| TJM | Trafic journalier moyen (véhicules/jour) |
| TPG | Entreprise des Transports Publics Genevois |
| VA | Valeurs d'alarme (valeurs d'exposition dont le dépassement implique un assainissement urgent ou une isolation acoustique) |
| VLE | Valeurs limites d'exposition |
| VLI | Valeurs limites d'immission |
| VP | Valeurs de planification applicables aux nouvelles installations (valeurs limites d'exposition au bruit 5 dB(A) plus sévères que les VLI) |



Membres du groupe de travail

- * Monsieur Philippe BEUCHAT, Chef du service des monuments et des sites, département de l'aménagement, de l'équipement et du logement (DAEL),
- * Monsieur Michel BÜRGISSER, Juriste auprès du service juridique de la police des constructions, département de l'aménagement, de l'équipement et du logement (DAEL),
- * Monsieur Georges CHARIATTE, Lieutenant de la gendarmerie, département de justice et police et des transports (DJPT),
- * Monsieur Pierre-André GESSENEY, Chef du service de l'aménagement et de l'urbanisme, office des transports et de la circulation (OTC), département de justice et police et des transports (DJPT),
- * Monsieur Jean-Bernard HAEGLER, Ingénieur cantonal, département de l'aménagement, de l'équipement et du logement (DAEL),
- * Monsieur Michel JAUQUES, Service des études de transports et d'infrastructures, département de l'aménagement, de l'équipement et du logement (DAEL),
- * Monsieur Gilbert JOOS, ancien ingénieur cantonal adjoint, département des travaux publics et de l'énergie (DTPE),
- * Monsieur Hugo KEHRLI, Service habitat - architecture, police des constructions, département de l'aménagement, de l'équipement et du logement (DAEL),
- * Monsieur Roland KUNZ, architecte du Service d'urbanisme de la Ville de Genève,
- * Monsieur Daniel SCHMITT, architecte du Service d'urbanisme de la Ville de Genève,
- * Monsieur Jean SIMOS, Conseiller scientifique, direction générale de la santé publique,

département de l'action sociale et de la santé (DASS),

* Monsieur Olivier ZALI, Chef de l'unité d'information, service cantonal d'écotoxicologie (ECOTOX) - département de l'intérieur, de l'agriculture, de l'environnement et de l'énergie (DIAE),

* Monsieur Bernard ZURBRÜGG, Ingénieur du service de planification et des installations, Entreprise des Transports Publics Genevois.

Coordination

* Monsieur Mario LEVENTAL, chef de la section d'acoustique et de physique environnementales, service cantonal d'écotoxicologie (ECOTOX) - département de l'intérieur, de l'agriculture, de l'environnement et de l'énergie (DIAE).

Secrétariat

* Madame Corinne BAC, secrétaire, service cantonal d'écotoxicologie (ECOTOX) - département de l'intérieur, de l'agriculture, de l'environnement et de l'énergie (DIAE).

Ont donné leur contribution sous forme de travaux de recherche :

* Monsieur Jean-Luc ZANASCO, Biologiste diplômé, 3e cycle spécialisé en gestion de l'environnement (IGE - EPFL)

* Monsieur Jean-Michel CAYROL, Chimiste diplômé, 3e cycle spécialisé en gestion de l'environnement (IGE - EPFL)

* Mademoiselle Stéphanie BRAUD, Étudiante de gestion de l'environnement, Université de Chambéry

* Mademoiselle Sabine DÉRIAZ, Géographe diplômée, 3e cycle spécialisée en gestion de l'environnement (IGE - EPFL).



Concept du plan des mesures d'assainissement du bruit routier

0



INTRODUCTION

Mandat

Le 13 mai 1994, le Conseil d'État a rendu public le cadastre des immissions du bruit routier du canton de Genève. Le groupe de travail créé à cette occasion a été chargé de préparer un projet du programme des mesures d'assainissement selon l'OPB (PRASSOB) dont l'aboutissement sera la mise en oeuvre de programmes d'assainissement et de plans pluriannuels.

Principes suivis par le groupe de travail

Le groupe de travail a conçu son projet sur la base de deux principes clés.

En premier lieu, il est parti de l'idée que les mesures qu'il pouvait être amené à préconiser devaient s'inscrire dans un programme cohérent susceptible d'emporter l'adhésion de l'ensemble des acteurs.

Le deuxième principe qui a guidé les réflexions du groupe est celui de la globalité des mesures et de leurs effets.

La globalité des mesures tout d'abord : par quoi le groupe entend que, au-delà de la problématique d'assainissement, les mesures préconisées s'inscrivent dans une perspective de lutte contre les nuisances sonores qui considère l'ensemble des éléments intervenant dans la "chaîne du bruit" routier.

La globalité des effets ensuite : dans le sens qu'il ne faut pas perdre de vue que la protection contre le bruit n'est qu'un élément de la protection de l'environnement. En ce sens, les mesures préconisées ici peuvent avoir des effets dans d'autres matières, par exemple en matière de protection de l'air.

Inversement, les effets des mesures prises en application de l'ordonnance sur la protection de l'air (ci-après OPair), mais qui ont des répercussions sur le plan de la lutte contre le bruit, ne peuvent être ignorés.

La globalité des effets encore, qui doit nécessairement être prise en compte, pour ce qui est des incidences que les mesures d'assainissement du bruit routier peuvent avoir sur le cadre de vie. Si la réduction des nuisances du bruit routier participe à l'amélioration du cadre de vie, c'est du moins le postulat du législateur fédéral, il faut veiller à ne pas sacrifier à cet objectif louable d'autres éléments qui caractérisent notre milieu. On peut songer ici, à titre exemplatif, aux exigences de sécurité du trafic, aux besoins de mobilité et, peut être plus fortement encore, à la préservation de la diversité de l'environnement bâti (sous les deux aspects urbanistique et architectural) et du patrimoine. Pour le dire autrement, il convient de ne pas perdre de vue que la protection contre le bruit n'est pas une fin en soi, mais un moyen devant effectivement permettre d'améliorer le cadre de vie.

Le plan des mesures préparé par le groupe de travail est plus général que les programmes d'assainissement exigés par l'ordonnance sur la protection contre le bruit. En réalité, il s'apparente davantage à un système de management environnemental qui comprend : une déclaration de politique de lutte contre le bruit, un constat de l'état existant, des propositions de méthodes et de moyens, une définition des objectifs et des priorités ainsi que du suivi et de réadaptation du plan d'assainissement.

Le présent document n'est pas un plan directeur. Il constitue un ensemble d'idées directrices, d'objectifs, un catalogue de mesures, d'outils disponibles, de contraintes et d'échéances.

La démarche du plan des mesures vise à démontrer qu'il est nécessaire d'intervenir à tous les niveaux de décision et sur tous les composants du système des transports afin de répondre à la préoccupation de la majorité de la population, soit une réduction sensible des



atteintes du bruit et le maintien de l'accessibilité à l'agglomération.

C'est en effet en introduisant des mesures bien ciblées à tous les échelons que ce but pourra être atteint : à la source, sur les véhicules, sur la voie de propagation et à l'immission. Une amélioration de l'environnement constitue une meilleure économie de la cité ; les objectifs de réduction du bruit et de la pollution atmosphérique peuvent être atteints par le respect de mesures clairement expliquées à la population.

Contenu du plan des mesures

En ce qui concerne les émissions de bruit causées par les véhicules et les infrastructures destinées aux transports, l'article 19 de l'OPB précise que, si les mesures prises de manière préventive ne s'avèrent pas suffisantes pour assurer le respect des valeurs limites d'immission, les cantons doivent établir des programmes d'assainissement et d'isolation acoustique. Sur la base des programmes d'assainissement, les cantons établissent chaque année un plan pluriannuel de mesures à réaliser au cours des années suivantes.

L'autorité compétente a toute latitude pour prendre des mesures, soit au niveau de la construction ou de l'exploitation des infrastructures des transports, soit au niveau de la restriction du trafic. D'une manière générale, chaque mesure proposée devrait répondre aux exigences suivantes :

- * *Conduire à la réalisation des prescriptions fédérales en matière de protection contre le bruit ;*
- * *Compléter les autres mesures (par exemple celles de protection de l'air) de manière à créer une amélioration globale de notre environnement ;*
- * *Favoriser le développement de la viabilité de l'agglomération ;*
- * *Préserver la liberté en termes de mobilité et de choix du mode de transport ;*

* *Obtenir l'adhésion de la population afin d'être respectée.*

L'application d'un certain nombre de mesures d'assainissement est largement tributaire de contraintes liées à des facteurs aussi divers que :

- * *L'échéance définie dans l'OPB, soit l'an 2002 (ou 2007)¹ ;*
- * *Les éléments en cours de réalisation ou en voie d'être réalisés (plans d'urbanisation, infrastructures de transports) ;*
- * *Les grands travaux d'entretien d'ouvrages ;*
- * *Les disponibilités financières publiques ;*
- * *Les décisions populaires exprimées par voie de scrutin.*

Ces contraintes impliquent des termes de planification contradictoires (délai relativement court fixé par les ordonnances, compte tenu de l'ampleur des investissements). La cohérence du programme d'assainissement est la clé de sa réussite, or cette cohérence dépend manifestement des priorités à définir dans les choix des urgences. Concrètement, cela signifie que le canton de Genève commencera à appliquer les mesures avancées dans le présent document dès son adoption mais en les échelonnant jusqu'en l'an 2007 et même au-delà des échéances légales.

Le plan des mesures de lutte contre le bruit routier est une suite naturelle et cohérente du plan des mesures OPair et du document intitulé "Rapport du suivi du plan des mesures OPair" desquels il reprend à son compte les postulats qui tendent vers les mêmes objectifs. Le présent document propose donc des mesures plus spécifiques que celles déjà adoptées, traitant essentiellement du problème des nuisances sonores.

¹ Consultation lancée en mars 1996 par le département fédéral de l'intérieur, concernant une éventuelle prolongation des délais d'assainissement



Situation actuelle

1

Résumé

Environ $\frac{1}{4}$ de la population genevoise est exposée au bruit du trafic routier au-delà des limites acceptables. Les doléances au sujet de bruit sont en constante progression ; elles représentent environ le 25% de plaintes en matière d'environnement qui parviennent aux services spécialisés de l'administration cantonale. Il s'agit d'une atteinte de plus en plus généralisée, ce qui explique également le fait que la sensibilité de la population vis-à-vis du bruit s'accroît et que les positions des groupements de défense se radicalisent.

Le coût induit par le bruit dans l'environnement, celui de la santé publique, de la dépréciation des logements, etc., ne peut pas être chiffré avec précision, mais il est vraisemblable, comme l'estime l'office fédéral de la statistique, qu'il est de l'ordre de plusieurs milliards de francs par an.



1. SITUATION ACTUELLE

1.1 Cadre juridique¹

1.1.1 Droit fédéral

La nécessité de réduire les nuisances dues au bruit répond à une volonté exprimée par le peuple et les cantons en 1971 déjà, date de l'adoption d'un article constitutionnel attribuant une compétence fédérale en matière de protection de l'environnement².

Le législateur fédéral a concrétisé le mandat constitutionnel par l'adoption, le 7 octobre 1983, d'une loi sur la protection de l'environnement, entrée en vigueur le 1er janvier 1985 (RS 814.01 ; ci-après LPE).

En matière de lutte contre le bruit, le législateur a entendu limiter, par la fixation de seuils (valeurs limites), les atteintes de telle manière qu'elles ne constituent pas une gêne sensible pour le bien-être de la population. Cet objectif général repose sur une limitation des émissions sonores (lutte à la source). Ce n'est que lorsque cette voie n'est pas praticable, techniquement ou économiquement ou qu'elle s'avère insuffisante, qu'il convient de limiter les nuisances au lieu où elles produisent leurs effets (limitation des immissions).

Si le législateur s'est préoccupé de poser des règles pour le futur, que ce soit par exemple pour des infrastructures à construire ou à modifier ou pour de nouvelles constructions, il n'a cependant pas négligé la situation existante. C'est ainsi qu'il a institué l'obligation d'assainir les installations qui ne satisfont pas aux prescriptions de la loi. Cela signifie, dans le domaine de la lutte contre le bruit, qu'il convient en principe et au minimum de ramener les immissions sonores au niveau des valeurs limites, par des mesures de limitation des émissions ou sur la voie de propagation du bruit.

L'autorité peut cependant accorder, exceptionnellement, des allègements pour

l'assainissement dans la mesure où certaines conditions précises sont remplies et la demande dûment motivée. Ceci signifie qu'on renoncerait à l'assainissement sauf en cas d'une exposition au bruit extrême (dépassement des valeurs d'alarme) ; dans ce cas seulement, à titre de compensation, le propriétaire de l'installation est obligé de financer l'isolation acoustique des bâtiments touchés.

Le Conseil fédéral, dans son ordonnance sur la protection contre le bruit (RS 814.41 ; ci-après OPB) du 15 décembre 1986, entrée en vigueur le 1er avril 1987, a fait usage des compétences déléguées par le législateur.

C'est ainsi qu'il a déterminé, en se fondant sur l'état de la science et l'expérience, des valeurs limites d'immission au-delà desquelles le bruit est une source de nuisances ou est incommodant.

Par ailleurs, il a fixé un délai de 15 ans, lequel échoit au 1er avril 2002, pour l'assainissement des installations qui contribuent de manière notable au dépassement des valeurs limites d'immission.

Dans la mesure où le réseau routier constitue une source importante de nuisances sonores on comprend que l'OPB consacre plusieurs dispositions à son assainissement. A cet égard, l'OPB impose tout d'abord aux cantons de prévoir un programme d'assainissement qui indique notamment quelles sont les routes à assainir, les mesures prévues et le calendrier adopté.

Ce programme doit être agréé par les offices spécialisés de la Confédération. En contrepartie de cette obligation, la Confédération a prévu des subventions pouvant ascender à 50% les frais qui sont en lien direct avec l'assainissement⁴.

A teneur de l'article 3 alinéa 3 de l'OPB, c'est la législation sur la circulation routière qui doit être appliquée pour la limitation des émissions des véhicules à moteur⁵.



1.1.2 Droit cantonal

Compte tenu de la répartition des prérogatives en matière de droit de l'environnement, les cantons n'ont plus qu'une compétence résiduelle en la matière⁶. C'est ainsi que l'article 160B de la Constitution genevoise revêt désormais une portée essentiellement déclarative.

On relèvera, sur le plan cantonal, l'existence de la loi d'application de la loi fédérale sur la protection de l'environnement (K 1 70) du 2 octobre 1997, dont les dispositions d'exécution sont pour l'instant contenues dans le règlement d'application transitaire de la loi fédérale sur la protection de l'environnement, du 1er juillet 1987 (K 1 70.02)⁷.

1.2 Exposition au bruit selon le cadastre

1.2.1 Évaluation des immissions du

bruit routier

Par sa décision du 6 septembre 1988, le Conseil d'Etat genevois a confié au service cantonal d'écotoxicologie (ECOTOX) la mission de procéder à la détermination des immissions du bruit extérieur produit par la circulation routière. En principe, les voies de circulation figurant dans le cadastre sont celles pour lesquelles on présume que les valeurs limites d'exposition sont dépassées. Il s'agit des tronçons de routes où le problème des nuisances a été révélé soit par des doléances répétées de la part de la population soit sur la base d'une évaluation sommaire des immissions, établie à l'aide des calculs fondés sur les données du trafic (plan de charge). Les immissions déterminées sont consignées dans le cadastre du bruit qui indique :

- a) L'exposition au bruit, calculée ou mesurée à l'embrasement de la fenêtre ouverte des pièces à usage sensible au bruit (chambres, séjours, cuisines habitables, bureaux). Les niveaux d'évaluation Lr dB(A) sont déterminés séparément pour le jour (06.00 h à 22.00 h) et la nuit (22.00 h à 06.00 h) ;
- b) Les modèles de calcul, les méthodes et les

instruments de mesure utilisés ;

c) Les paramètres requis (données d'entrée) pour le calcul du bruit (trafic journalier, vitesse, proportion de véhicules bruyants, pente de la chaussée, etc.) ;

d) L'affectation des bâtiments et les secteurs exposés au bruit (logements, activités ou zones de détente qui requièrent une protection accrue) ;

e) Les degrés de sensibilité attribués dans les plans d'affectation (DS I à DS IV) ;

f) L'inventaire des routes (données sur le trafic et les propriétaires : Confédération, canton, communes ou particuliers).

Les informations contenues dans le cadastre servent de base à l'élaboration des programmes d'assainissement.

1.2.2 Degrés de sensibilité au bruit

Les impératifs de l'aménagement du territoire, en particulier de l'utilisation rationnelle du sol, ont été pris en compte pour l'élaboration du schéma des valeurs limites. Ils ont amené le législateur à moduler les exigences en matière de protection contre le bruit en fonction "de la qualité de l'environnement sonore souhaitée" d'un territoire donné. Le principe de base a été que les territoires produisant le bruit (zones mixtes) peuvent en supporter davantage que d'autres (zones résidentielles ou celles qui exigent une protection accrue contre le bruit).

Aux quatre degrés de sensibilité au bruit correspondent quatre ensembles de valeurs limites, pour le jour comme pour la nuit. Les degrés de sensibilité, en relation avec des valeurs limites d'immission, permettent de juger de manière univoque du respect des exigences légales et, par conséquent, de nécessité d'assainir une installation source de bruit (cf. annexe 1).

La direction de l'aménagement du département de l'aménagement, de l'équipement et du logement a eu pour tâche de réaliser le plan d'attribution des degrés de sensibilité au bruit qui doit être adopté par le Conseil d'Etat après une procédure identique à celle relative aux



plans localisés de quartier (PLQ). Une enquête publique de préconsultation⁸ est menée par voies de publication dans la Feuille d'Avis Officielle et d'affichage dans les communes. Bien que mis à l'enquête publique pour l'ensemble du territoire cantonal, ce plan est adopté séparément pour chaque commune (cf. brochure informative élaborée par le DAEL et le DIAE).

1.2.3 Evolution prévisible des immissions

Le plan des mesures d'assainissement du bruit routier s'échelonne sur plus de 10 ans, période relativement longue, au cours desquels on devra s'attendre à des modifications notables du trafic. Pour cette raison, le plan des mesures a été établi en tenant compte de l'évolution des immissions sonores, consécutive à la mise en place des mesures du plan global de circulation C 2005, de l'évolution prévisible du parc automobile et des projets d'envergure (nouvelles lignes de tram, métro léger) dans le cadre du projet de réseau des transports publics TC 2005. On a également tenu compte des conséquences pour le trafic des projets immobiliers importants pour lesquels les plans de quartiers ont été approuvés à ce jour.

A l'analyse des plans de charge plausibles connus à ce jour, on constate que, tout autre paramètre restant constant, l'évolution du trafic automobile, sur la base de la demande actuelle, apportera globalement une faible augmentation (environ 0.3 à 0.5 dB(A)) des immissions sonores sur l'ensemble du réseau routier.

Il est cependant vraisemblable que cet accroissement sera en partie compensé grâce au renouvellement spontané du parc automobile.

1.2.4 Estimation de l'ampleur des atteintes

Dans une première approximation, on peut

admettre que l'ampleur des atteintes du bruit dépend du niveau d'exposition, du nombre de personnes touchées et de la sensibilité de la zone. Une analyse plus fine doit également prendre en compte la structure de la population (personnes âgées, malades), le type d'activités touchées (administration, activités artisanales, enseignement), la typologie du domaine bâti (appartements traversants ou pas), etc.

Une analyse statistique du cadastre routier genevois permet d'avancer pour l'ensemble du canton les chiffres suivants (état 1998) :

- * 29'000 personnes exposées au-delà des valeurs d'alarme (70 dB(A) de jour et 65 dB(A) de nuit) ;
- * 89'000 personnes exposées au-delà des valeurs limites d'immission pour le degré de sensibilité au bruit III (65 dB(A) de jour et 55 dB(A) de nuit). Exposés au bruit (niveau d'évaluation Lr plus élevé que les valeurs limites d'immission du degré de sensibilité au bruit II) :
- * 65 établissements scolaires ;
- * 5 bâtiments universitaires et 15 instituts divers ;
- * 2 bâtiments hospitaliers et 2 homes pour personnes âgées.

Ces estimations sont vraisemblablement pessimistes ; certains de ces bâtiments sont déjà en partie protégés parce que traités acoustiquement (fenêtres isolantes posées).

L'évolution à moyen terme, en l'absence de mesures d'assainissement, montre que le nombre de personnes exposées au bruit augmentera ces prochains 10 ans dans une proportion de l'ordre de 2 à 5 %.

1.2.5 Conséquences du bruit dans l'environnement sur la santé

Une revue détaillée des connaissances scientifiques en matière d'effets du bruit sur la santé figure dans l'annexe 2.

Pour une meilleure compréhension des mesures d'assainissement, il est important de mettre en



relation l'exposition au bruit (paramètre physique) et ses effets sur l'homme (la gêne, l'inconfort, la santé).

Les études psychosociales montrent clairement que les effets du bruit sont liés à la dose d'énergie sonore reçue (niveau sonore équivalent L_{eq}) au cours d'une période de temps représentative.

Ainsi, par exemple, les personnes touchées s'estiment deux fois plus gênées par un doublement du trafic qui produit une charge sonore de 3 dB(A) plus élevée (même si cette différence de niveaux sonores instantanés est faiblement audible). A partir d'un seuil critique, le taux de réveil monte également linéairement avec l'énergie acoustique des pointes de bruit et le nombre de ces pointes.

Cependant, il n'existe pas de seuil de gêne zéro, c'est-à-dire une exposition au bruit si faible qu'aucune personne ne se sentirait gênée.

Les effets indirects peuvent être divisés en trois catégories principales : interférence avec la communication, perturbation du sommeil et effets non auditifs.

On a relativement peu d'informations fiables concernant l'épidémiologie des maladies induites par le bruit dans un environnement autre que celui du travail est fragmentaire à cause du manque de données sanitaires. On peut cependant avancer, sans risque de se tromper, que le coût social des nuisances sonores⁹ est au moins aussi important que celui des maladies professionnelles dues au bruit (estimation pour la Suisse : 2,5 milliards F par année).

Notes

1 Cf. Annexe 1 pour un commentaire juridique détaillé.

2 La disposition adoptée le 6 juin 1971 est ainsi libellée : " La Confédération légifère sur la protection de l'homme et de son milieu naturel contre les atteintes nuisibles ou incommodantes qui leur sont portées. En particulier, elle combat la pollution de l'air et du bruit ". Il s'agit d'une compétence concurrente non limitée aux principes, c'est-à-dire que les cantons perdent toute compétence propre dès lors que la Confédération a légiféré en la matière (cf. J. F. Aubert, *Traité du droit constitutionnel*, n° 686 et 700).

3 Dans le sillage des modifications apportées à la loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE), le département fédéral de l'intérieur a publié, en juillet 1997, un certain nombre de modifications de l'OPB.

4 Suite aux révisions de l'OPB, pour le canton de Genève ce taux est actuellement porté à 48%.

5 Notamment, pour ce qui est des émissions dues à l'équipement des véhicules, l'article 8 de la loi sur la circulation routière du 19 décembre 1958 (LCR, RS 741.01) et l'annexe 6 de l'ordonnance concernant les exigences techniques pour les véhicules à moteur du 19 juin 1995 (RS 741.41) et pour ce qui est du comportement des conducteurs les articles 42 LCR et 33 de l'ordonnance sur les règles de la circulation routière, du 13 novembre 1962 (OCR, RS 741.11).

6 Cf. supra 1.1.1 ; dans les domaines dans lesquels la Confédération a légiféré et où il ne subsiste plus qu'une compétence d'exécution. Les cantons sont toutefois fondés à prendre des mesures d'urgence, le cas échéant par voie normative, pour des motifs relevant par exemple de la santé publique (cf. ATF 121 I 334 Lucerne).

7 S'agissant de la lutte contre le bruit, il convient de signaler l'existence de diverses dispositions cantonales en la matière, dont le règlement concernant la tranquillité publique et l'exercice des libertés publiques, du 8 août 1956 (F 3 10.03). Ces dispositions, à l'exception du règlement précité, n'ont cependant plus guère de signification compte tenu du droit fédéral (Cf. annexe 1).

8 Août 1998

9 Office fédéral de la statistique, No 1, *Le bruit*, Berne 1994



Mesures d'assainissement

2

Résumé

Les assainissements qui seront mis en œuvre à l'occasion du plan des mesures, seront conformes au principe fondamental de la loi sur la protection de l'environnement à savoir : intervenir d'abord *à titre préventif à la source*, ensuite *sur la voie de propagation* et, seulement si les autres mesures s'avèrent impossibles, *sur le lieu d'immission*, sur les façades des bâtiments touchés.

L'ensemble des mesures préconisées a été élaboré avec comme soucis le respect des exigences de protection de la santé des personnes, mais également des sites et du paysage, du respect de patrimoine architectural et de la préservation de l'espace rue en tant que lieu d'échange.



2. MESURES D'ASSAINISSEMENT

2.1 Routes appelées à être assainies

2.1.1 Priorités d'assainissement selon l'OPB

La première approche au problème du choix des routes à assainir en priorité consiste à élaborer la liste des tronçons qui génèrent des immissions supérieures aux valeurs d'alarme, puis aux valeurs d'immission (OPB art. 17 al.2), bordés de bâtiments comportant des locaux à usage sensible au bruit.

Étant donné la complexité de la tâche du point de vue technique et de l'ampleur financière du programme d'assainissement, une analyse plus détaillée est nécessaire afin de prendre en compte le critère : rapport coût - utilité ainsi que les contraintes autres que celles relatives à la protection contre le bruit. Cette approche devrait permettre de traiter sur un pied d'égalité les populations qui habitent ou travaillent dans des bâtiments exposés au bruit, compte tenu d'une affectation optimale des moyens à disposition.

2.1.2 Critères de choix de priorité

A l'exception des zones d'habitation non construites mais déjà viabilisées qui, selon l'OPB, doivent également être assainies, c'est le nombre de personnes exposées au bruit sur un tronçon de route donné qui est primordial pour juger de la priorité de l'action.

Pour les zones non construites, il est possible de se baser sur la densité admise par les plans d'affectation. L'assainissement de ces zones n'est pas prioritaire parce que des mesures d'aménagement local ou d'architecture peuvent encore être prises pour limiter la propagation du bruit et les rendre ainsi conformes aux exigences légales.

L'atteinte par le bruit étant proportionnelle au taux de dépassement des valeurs limites, on définit sur cette base un indice de réduction du bruit qui mesure l'efficacité de l'assainissement. Le respect des exigences légales ne doit cependant pas être le seul critère ; il serait contraire aux principes de la LPE de négliger le fait que toutes les personnes ont le droit de bénéficier d'un meilleur confort sonore, même si leur exposition au bruit est inférieure aux valeurs limites.

L'indice de "réduction du bruit pondérée" s'étend par conséquent à l'ensemble de la population protégée, mais avec des coefficients de pondération qui favorisent les cas des routes qui excèdent dans l'ordre : les valeurs d'alarme, les valeurs limites d'immission du DS III, puis celles du DS II.

Les plans de circulation, qui seront mis en oeuvre avant l'échéance de l'assainissement ou les projets concrets pour lesquels on dispose de données précises, modifient l'ordre de priorité.

S'agissant d'un paramètre difficilement quantifiable, l'évaluation de l'impact de l'assainissement sur les sites et les paysages, en particulier lorsque ces mesures impliquent la construction d'ouvrages de protection contre le bruit, s'effectue selon une notation descriptive (p. ex. effet négatif faible, moyen ou élevé, aucun effet ou effet positif).

Il est admissible, dans les cas extrêmes, de repousser ou même de renoncer à l'assainissement si l'impact sur le site est jugé disproportionné par rapport à l'abaissement de la charge sonore.

Le bruit n'est qu'un des éléments qui qualifie l'espace public urbain¹ ; en intervenant sur les nuisances sonores on est donc obligé de prendre en compte d'autres dimensions : architecturales, sociales et culturelles, habituellement ignorées dans les travaux sur le bruit.

Bien que cela soit prévu par l'OPB, le rapport coût - efficacité ne doit pas être uniquement un argument pour justifier des allègements mais pourrait,



dans un certain nombre de cas, être évoqué pour accélérer la mise en route de l'assainissement.

Il s'agit en particulier de mesures simples et peu coûteuses qui permettraient de protéger rapidement et efficacement un grand nombre de personnes (remodelage du terrain aux abords des routes, consécutif à des travaux sur les réseaux SI ou à leur entretien, par exemple).

2.1.3 Méthodologie d'évaluation

multicritère des priorités

L'étude confiée à un chercheur de l'Institut de gestion de l'environnement (IGE) de l'École polytechnique fédérale de Lausanne² a permis de mettre au point une méthode d'analyse multicritère qui sert à juger objectivement les priorités d'assainissement, en tenant compte de l'ensemble des paramètres évoqués ci-dessus. La méthode est expliquée en détail dans l'annexe 3.

C'est principalement à partir du cadastre du bruit (Service cantonal d'écotoxicologie) que sont obtenues les données sur l'exposition au bruit des façades de bâtiments, nécessaires à l'évaluation multicritère.

Les classements ont été effectués de manière automatique à l'aide de l'outil d'aide à la décision construit autour du cadastre du bruit routier

numérisé, les données tirées du SITG - (système d'information sur le territoire genevois) et de l'outil d'analyse multicritère Electre III.

La lecture de ce tableau amène les constatations suivantes :

- La surface de façades dépassant 65 dB(A) de jour et/ou 55 dB(A) de nuit (VLI DS III) est environ trois fois plus importante en Ville de Genève que dans le reste du canton.

- La surface de façades dépassant 70 dB(A) de jour et/ou 65 dB(A) de nuit (VA DS III et II) est environ huit fois plus importante en Ville de Genève que dans le reste du canton.

- La surface de façades dépassant 65 dB(A) de nuit est environ vingt-trois fois plus importante en Ville de Genève que dans le reste du canton.

Ces constats révèlent sans ambiguïté l'acuité des problèmes liés au bruit en Ville de Genève par rapport au canton en ce qui concerne le dépassement des VA.

Pour cette raison, sur le territoire de la Ville, c'est le critère de dépassement des VA qui a été utilisé pour l'analyse multicritère en tant que descripteur de la gravité d'exposition au bruit.

Tableau I - surface des façades (étages logements et travail en hectare) dépassant les valeurs limites d'immission (VLI DS III) ou les valeurs d'alarme (VA DS II et DS III) en Ville de Genève et dans le reste du canton (entre parenthèses est indiqué le nombre de façades)

| Critère | Ville de Genève [ha] | Canton [ha] (sans la Ville de Genève) |
|--|----------------------|---------------------------------------|
| ≥ VLI(jour) | 83,5 (3137) | 29,5 (2803) |
| ≥ VLI(nuit) | 153,9 (5790) | 55,7 (4943) |
| ≥ VLI (jour et/ou nuit) | 155,0 (5819) | 55,7 (4945) |
| ≥ VA(jour) | 32,4 (1133) | 4,4 (535) |
| ≥ VA(nuit) | 24,8 (870) | 1,1 (111) |
| ≥ VA (jour et/ou nuit) | 33,0 (1151) | 4,4 (535) |
| Total (jour et/ou nuit) ≥ VLI et ≥ VA | 179,2 (6672) | 56,8 (5056) |



Pour le canton, vu le nombre relativement faible de façades dépassant les VA, on a retenu pour l'analyse multicritère, les façades ayant un Lr supérieur à 65 dB(A) de jour et à 55 dB(A) de nuit (VLI DS III).

2.1.4 Liste des routes prioritaires

Pour interpréter les résultats de façon synthétique, trois types de priorités ont été définies : de premier niveau, de second niveau et de troisième niveau. Ces priorités ont été établies en fonction de la fréquence d'apparition de la route considérée dans les différents classements.

Les tableaux 1, 2 et 3 de l'annexe 4 présentent respectivement les priorités de 1er, 2ème et 3ème niveaux pour la Ville de Genève.

Les tableaux 1, 2 et 3 de l'annexe 5 présentent respectivement les priorités de 1er, 2ème et 3ème niveaux pour le reste du canton.

Les listes des routes prioritaires seront revues chaque année et adaptées au fur et à mesure de l'avancement des programmes d'assainissement.

2.2 Assainissement et mesures

d'isolation acoustique

Les 24 mesures prévues sont de 6 catégories, classées en fonction de l'endroit où elles interviennent dans le processus d'assainissement :

- * A la source (S1 à S6) ;
- * Constructives (C1 à C2) ;
- * Exploitation (E1 à E8) ;

- * Sur le chemin de propagation (P1) ;
- * Aménagement (A1 à A3) et
- * Isolation acoustique (I1 à I4).

Les bases techniques qui ont servi à l'élaboration et qui justifient chacune de ces mesures figurent dans l'annexe 6.

2.2.1 Limitation de l'émission sonore des véhicules

Les principaux paramètres qui déterminent l'émission sonore du trafic automobile sont :

- * Le comportement des conducteurs
- * La densité du trafic
- * Les vitesses effectives des véhicules
- * Le régime de circulation
- * L'état général des véhicules
- * Le revêtement de la chaussée
- * Le type et l'état des pneumatiques
- * Les composants du trafic

Par rapport aux exigences de la LCR et de ses ordonnances, les mesures proposées ci-dessus sont plus spécifiquement orientées vers des actions de longue durée.

Les deux premières mesures de limitation des émissions s'adressent à l'élément humain ; les quatre suivantes sont d'ordre technique.

Afin de modifier à long terme la perception de "l'espace rue" par les conducteurs, les mesures suivantes sont prévues :

S1 - Compléter la formation des nouveaux conducteurs par des cours de sensibilisation à un comportement respectueux de l'environnement, en particulier en ce qui concerne la limitation du bruit à la source.



S2 - Organiser des campagnes d'information à l'aide des médias avec, pour objectif, de modifier à terme le comportement des conducteurs par une prise de conscience du rôle de chacun dans la lutte contre le bruit routier.

Si le contrôle de l'état général (notamment en ce qui concerne les équipements responsables de l'émission sonore) des véhicules n'est pas renforcé, l'échéance pour atteindre l'objectif de réduction de l'émission sonore pourrait être repoussée d'au moins 10 ou 20 ans supplémentaires.

circulation, en plus des contrôles périodiques, devrait permettre de sortir et de renvoyer pour réparation ceux présentant un défaut évident (p. ex. celui du pot d'échappement) et qui, de ce fait, contribuent inutilement à la charge sonore.

S3 - Intégrer des mesures systématiques de l'émission sonore des véhicules à moteur dans les contrôles périodiques effectués par le service des automobiles et de la navigation (SAN).

Les véhicules appartenant à l'Entreprise des Transports Publics Genevois sont contrôlés par l'office fédéral des transports (OFT) et leur entretien régulier est assuré par les services techniques des TPG.

Pour ce qui est de l'émission sonore des véhicules individuels, une surveillance permanente dans la

A cause de l'évolution des moteurs dans le sens d'une économie du carburant et d'une réduction du bruit, les pneumatiques contribueront désormais proportionnellement davantage à l'émission sonore, même dans la circulation urbaine³.

S4 - Renforcer les contrôles de l'état des véhicules et du comportement des conducteurs in situ (dans la circulation) par la brigade transports et environnement (BTE).



C'est même la principale source de bruit pour une catégorie de véhicules haut de gamme, équipés de pneumatiques larges.

2.2.2 Mesures constructives sur la chaussée

S5 - Mettre à disposition des usagers les informations sur les pneumatiques "verts", respectueux de l'environnement sonore et permettant une économie du carburant. Élaborer des mesures incitatives pour favoriser leur acquisition.

S6 - Choisir des véhicules de l'Entreprise des Transports Publics Genevois (TPG) et les équipements des voiries en prenant comme l'un des critères déterminants leur émission sonore. Modifier et insonoriser les véhicules et engins déjà en service dans la mesure où cela est techniquement possible et économiquement supportable.

L'exécution des tâches susmentionnées incombe au département de justice et police et des transports (DJPT) qui pourra, dans une certaine mesure, confier l'information et la sensibilisation des conducteurs aux associations des usagers de la route (TCS, ACS, ATE, etc.).

Avant l'entrée en vigueur de l'ordonnance sur l'homologation obligatoire des machines mobiles (OET), en application du principe de prévention, les collectivités publiques seront incitées à faire un effort pour s'équiper de matériel performant sur le plan de lutte contre les émissions excessives du bruit.

Pour cela, des campagnes d'information seront organisées à l'attention des services des voiries communales ; le service scientifique spécialisé du canton (ECOTOX) en matière de protection de l'environnement offrira ses services d'assistance et de conseil.

Une analyse préalable de chaque tronçon de route soumis à l'assainissement permettra d'identifier l'origine et le mécanisme responsable de l'excès de l'émission sonore. Si les résultats indiquent qu'une intervention efficace à l'émission est possible, les mesures à prendre sur la chaussée pourront être de deux natures :

- Celles qui réduisent indirectement l'émission sonore en incitant une conduite moins bruyante et
- Celles qui réduisent directement l'émission et la propagation du bruit au niveau de la surface de roulement.

La conception et la construction d'ouvrages sur la chaussée sont de la compétence du département de l'aménagement, de



l'équipement et du logement (DAEL).

Des mesures constructives allant dans le sens d'une modération raisonnable de la vitesse doivent également permettre une circulation plus fluide, ne pas produire de nuisances secondaires indésirables et ne pas être une source de danger pour les usagers.

Ils restent cependant un complément appréciable aux mesures antibruit aux endroits où d'autres intérêts exigent leur construction.

Des seuils de ralentissement seront implantés sur certaines voies secondaires et les dessertes de quartiers, mais avec parcimonie et seulement après une analyse de la composition du trafic et

C1 - Réaliser des modifications constructives apportées à la voirie (réaménagement, ouvrages destinés aux transports en commun, etc.) de manière à réduire l'émission sonore et la propagation du bruit à titre préventif.

D'autres mesures constructives convenablement dimensionnées (telles que bermes centrales, places de stationnement, pistes cyclables, etc.) permettront d'atteindre l'objectif de modération du trafic par la réduction de la voirie disponible ou de la rupture de perspective (coupant ainsi l'élan engendré par l'absence d'obstacles).

un examen des bâtiments voisins.

Les revêtements antibruit (drainant, macro-rugueux, liants synthétiques, etc.) ont la propriété de réduire l'émission du bruit produit par des phénomènes de frottement ; ils permettent également une sensible atténuation de la réverbération dans les rues confinées.

C2 - Dans la mesure où la protection contre le bruit l'exige, au lieu des revêtements classiques, utiliser de préférence des revêtements antibruit.

Les giratoires ont un effet notable de modération du trafic à l'extérieur de la ville ; tout en améliorant les conditions de sécurité. Le coût élevé des giratoires limite leur utilisation systématique en tant que mesure d'assainissement du bruit.

La voirie cantonale, celle de la Ville de Genève, ainsi que la Commission de coordination des travaux en sous-sol (CCTSS) veilleront à ce que, sur les tronçons où cela s'avère utile à la lutte contre le bruit, la pose de revêtements antibruit soit coordonnée avec l'entretien régulier de la chaussée (re-surfage) et avec les travaux occasionnels sur les réseaux.



2.2.3 Exploitations des circulations

Les mesures de gestion des circulations, élaborées dans le cadre du plan de circulation C 2005, découlent du plan des mesures de la

pollution olfactive par les gaz d'échappement, on évitera de localiser au voisinage des habitations les files d'attente nécessaires à la gestion des circulations.

E1 - Conformément au plan de Circulation C 2005, reporter le trafic n'ayant pas pour origine ou destination un quartier en périphérie de celui-ci, sur les axes des réseaux principal et secondaire. Prendre des mesures d'incitation et d'"étanchéification" des quartiers pour garantir ce principe.

protection de l'air⁴.

Des mesures de gestion du trafic seront prises avec précaution afin d'éviter les effets négatifs de "proximité du carrefour"⁵. Sous cette dénomination il faut comprendre une modification du bilan global des émissions sonores suite à l'implantation d'un carrefour ou d'une signalisation lumineuse.

Le mécanisme de réduction de l'émission sonore par l'abaissement de la vitesse limite est complexe ; l'utilité de cette mesure doit par conséquent être préalablement testée et soigneusement évaluée sur chaque tronçon particulier.

La signalisation lumineuse peut être gérée de manière à ce qu'elle contribue à la réduction des émissions sonores du trafic routier. La

E2 - Sur le réseau principal, gérer la circulation de façon à assurer l'homogénéité et la fluidité du trafic. Inciter à une conduite régulière. Localiser les files d'attentes (retenues) dans la mesure du possible en dehors des zones habitées.

Dans les cas défavorables : passage d'un régime fluide en régime pulsé (arrêt - attente - démarrage - accélération), cet effet est important en termes de l'émission sonore.

Par contre, dans le cas où la signalisation judicieusement installée contribue à rendre la circulation fluide, un effet positif a été constaté.

Pour cette raison, ainsi que pour réduire la

complexité du système, qui doit être considéré comme faisant partie intégrante d'un réseau et non un élément isolé, ainsi que le coût de l'équipement (y compris le coût des lignes de télécommande, de l'entretien et de l'exploitation) rendent inappropriée son utilisation pour résoudre les problèmes ponctuels de nuisances sonores.



E3 - Tant sur le réseau principal que sur le réseau secondaire, instaurer des limitations locales de vitesse, si une telle mesure est utile à abaisser les nuisances sonores à un niveau acceptable.

Certaines solutions, comme l'adaptation active de la signalisation en fonction de la vitesse des véhicules individuels⁶, sont à explorer. Le principe de ces mesures est de favoriser les véhicules roulant à la vitesse limite, ou légèrement en dessous de celle-ci, en synchronisant la signalisation de manière à leur permettre un parcours sans arrêt aux feux.

de la voirie disponible, ont également, pour conséquence, une meilleure sécurité pour les deux roues.

L'aménagement des carrefours avec la priorité à droite qui exige de la part des conducteurs une attention plus soutenue, serait en principe recommandé en tant que mesure de

E4 - La régulation du trafic par signalisation lumineuse, accompagnée d'une information adéquate (moyens télématiques indiquant les vitesses effectives en "onde verte", les lieux de circulation difficile, l'offre de stationnement disponible, etc.) comprendra parmi ses objectifs la diminution des émissions sonores.

Les résultats obtenus par une implantation judicieuse des pistes cyclables et des places de stationnement sont très encourageants. Ces solutions, qui impliquent une légère réduction

modération allant dans le sens d'une diminution de l'émission sonore.

E5 - Organiser l'affectation des chaussées (répartition et largeur des voies, bandes ou pistes cyclables, sites réservés aux transports collectifs, stationnement) en privilégiant les dispositifs bénéfiques pour le voisinage.



E6 - Dans la réglementation du trafic aux intersections, et chaque fois que l'équilibre du trafic le permet, examiner l'opportunité d'un dispositif offrant un gain en matière de bruit (giratoires, restitution de la priorité de droite, etc.).

E7 - Faire bénéficier la voirie, dans les quartiers délimités par les réseaux principal et secondaire, de mesures de modération du trafic et d'une réglementation "zone 30 km/h". Exclure de ces périmètres toute voie prioritaire, sauf exception visant à favoriser les transports publics.

La création de zones "30 km/h" dans des quartiers caractérisés par une forte densité d'habitations énoncée par le plan C 20007 pourrait être favorable à l'assainissement du bruit routier.

Cependant, la marge d'abaissement de la vitesse demeurant faible, on ne doit pas s'attendre à une réduction importante de la charge sonore.

Une analyse quantitative de la contribution à l'émission sonore des acteurs du trafic sera menée avant de prendre toute décision de restriction de circulation pour certaines catégories de véhicules. Dans la mesure où cette décision ne met pas en péril l'activité économique du quartier, la limitation du transit des véhicules bruyants est une mesure très efficace, peu onéreuse et facile à mettre en oeuvre sur le plan des équipements nécessaires.

E8 - Envisager des restrictions particulières pour les véhicules responsables d'une part importante du dépassement des valeurs limites de bruit. Imposer des itinéraires aux poids lourds (en particulier aux véhicules liés au secteur de la construction) afin d'éviter les zones sensibles. Examiner l'opportunité d'interdire la circulation (générale, nocturne, etc.) à certains types de véhicules (poids lourds, motos, etc.) pour les tronçons particulièrement affectés par le bruit.



2.2.4 Mesures sur le chemin de propagation du bruit

Sur les tronçons de route où les mesures de limitation de l'émission sonore ne seront pas suffisantes pour respecter les valeurs limites, on préconisera des mesures empêchant la propagation du bruit vers les bâtiments comportant des locaux à usage sensible au bruit. Pour être admis comme tels, les écrans doivent avoir des performances acoustiques minimales requises par l'OFRT. Le rapport coût - utilité de ce genre de mesure de protection contre le bruit peut être sensiblement amélioré si les écrans sont intégrés dans des constructions utilitaires (C.f. annexe 7).

Pour tenir compte de ce qui précède, le choix de tel ou tel système de protection devra faire l'objet d'une étude des particularités locales.

L'autorité désignée pour octroyer des autorisations de construire des écrans antibruit ainsi que pour veiller à la protection des monuments et des sites est le département de l'aménagement, de l'équipement et du logement (DAEL). Le département de l'intérieur, de l'agriculture, de l'environnement et de l'énergie (DIAE) est chargé, quant à lui, de la protection des forêts, de la nature et du paysage.

P1 - Tenir compte dans la conception des écrans antibruit des particularités du milieu bâti ou du site de façon à éviter la constitution de simples barrières entre la source de bruit et des bâtiments destinés à l'habitation.

Combiner les écrans antibruit à front d'une artère bruyante, dans la mesure du possible, avec d'autres fonctions qui sont en relation avec l'activité de la rue.

Le recours systématique à des murs antibruit serait contraire à la politique de la protection du patrimoine architectural et aux exigences de préservation des sites et des paysages. Dans les localités, ils deviennent des obstacles à la circulation piétonne, à la communication inter-quartiers et peuvent compromettre le bon déroulement d'interventions en cas d'accidents. Hors localités, ils soulignent encore davantage la rupture que les routes présentent dans le paysage et constituent une entrave à la migration de certaines espèces animales.

2.2.5 Mesures constructives et d'aménagement

Élaborer des plans d'aménagement en accord avec les objectifs de la protection de l'environnement, notamment en matière de lutte contre les nuisances sonores, est une obligation qui découle de l'article 26 de l'ordonnance fédérale sur l'aménagement du territoire (OAT) et des articles 29 et 30 de l'OPB.

Des mesures constructives et d'aménagement local ne sont pas à proprement parler des mesures d'assainissement. Il s'agit d'une action globale qui, à long terme, devrait compléter les mesures spécifiques de protection contre le bruit routier.



L'objectif du plan des mesures n'est pas de faire «un urbanisme et une architecture du bruit», mais d'intégrer cette contrainte dans la réflexion globale. L'éventail des solutions architecturales et d'aménagement étant pratiquement infini, les mesures indiquées ci-après doivent être considérées comme étant des idées directrices générales et non comme des solutions préconisées.

prise a posteriori⁸.

Des solutions constructives, les avantages et désavantages ainsi que leur efficacité sont discutés en détail dans l'annexe 7.

A1 - Dans les plans d'affectation, en particulier les plans d'aménagement, prendre en compte dès leur élaboration des mesures de protection contre le bruit.

En réalité, il s'agit de vérifier que toute nouvelle construction de logements ou d'activités répond aux exigences en matière de protection contre le bruit et de veiller à ce qu'elle soit planifiée afin de ne pas produire, en raison de son exploitation et par le trafic induit, des immissions incompatibles avec le voisinage.

L'implantation judicieuse des bâtiments, l'adaptation de la typologie des appartements (traversants, mono-orientés, avec coursives, etc.) et l'installation d'espaces tampon (vérandas, balcons, etc.) peuvent constituer des mesures de protection contre le bruit. Examiner chaque fois l'adéquation de ces dispositions.

L'expérience acquise permet d'affirmer que les instruments d'aménagement local permettent de réduire le niveau d'exposition au bruit dans les zones à bâtir plus efficacement que n'importe quelle autre mesure d'assainissement

Le plan directeur du réseau des transports publics (TC 2000), adopté le 31 janvier 1990 par le Conseil d'État, a pour objectif de renforcer le réseau des transports publics à moyen et long termes. A moyen terme, il est prévu :

A2 - Veiller à ce que les mesures de protection au bruit respectent les caractères sociaux et architecturaux prédominants notamment : l'habitat existant, les sites et le patrimoine architectural, l'animation des rues en milieu urbain.



- Un développement important du réseau urbain ;
- La mise en service de véhicules modernes et performants ;
- L'extension des voies réservées aux TPG et la revitalisation de la ligne 12 ;
- L'introduction d'abonnements attractifs et avantageux ;
- La mise en place d'une communauté tarifaire élargie ;
- La création de nouvelles lignes de tramways.

A ce jour, la majeure partie de ces objectifs est réalisée ou en voie de réalisation.

Le rapport TC 2005 du 13 avril 1992 a été élaboré avec comme souci d'assurer une complémentarité des modes de transports, ce qui implique également la construction d'un métro léger et l'extension du réseau des tramways complétées par un développement cohérent des parkings d'échange. La concrétisation des projets précités de développement des transports régionaux et d'agglomération va, globalement, dans la direction souhaitée pour l'assainissement du bruit routier.

Les objectifs du plan des mesures de lutte contre le bruit routier devront dorénavant être pris en compte dans chaque étape : dans le choix des itinéraires, des équipements et du matériel destinés au transport en commun.

La direction de l'aménagement du département de l'aménagement, de l'équipement et du logement (DAEL) est l'autorité compétente responsable de la planification des mesures de protection contre les nuisances intégrées dans l'aménagement du territoire et l'urbanisme.

2.2.6 Isolation acoustique

Concernant les bâtiments encore exposés à des immissions sonores supérieures aux valeurs limites, à l'échéance légale pour l'assainissement du bruit routier, le propriétaire de l'installation à l'origine des nuisances devra adresser à l'autorité d'exécution de l'OPB une demande d'allègements. Lorsqu'il ne sera pas possible de respecter les valeurs d'alarme en raison des allègements accordés, l'autorité d'exécution obligera les propriétaires de bâtiments existants exposés au bruit à insonoriser les fenêtres des locaux à usage sensible au bruit.

L'acceptation de vitrages isolants en lieu et place d'un assainissement du bruit à la source ou sur la voie de propagation doit être considérée comme une mesure exceptionnelle de remplacement parce qu'elle ne garantit pas un confort parfait. Par conséquent, les propriétaires peuvent, avec l'assentiment de l'autorité d'exécution, appliquer à leurs bâtiments d'autres mesures constructives si ces dernières réduisent

A3 - Tenir compte, lors de la conception des futurs plans directeurs du réseau des transports en commun, de l'impact du bruit sur l'environnement dans la mesure où les notions de réseau, de qualité de desserte et d'efficacité des lignes pourront être supportées. Faire cette évaluation ligne après ligne en tenant compte des contraintes d'exploitation.



plus efficacement ou dans une même proportion le bruit à l'intérieur des locaux.

Vouloir préserver les locaux à usage sensible au bruit par des écrans de type mur, ou des vitrages fixes, tend à spécialiser les espaces et à réduire le rôle de la rue à la seule fonction d'écoulement du trafic.

Cette notion va à l'encontre des aspects essentiels de la vie urbaine, notamment le rapport avec la rue, et la rue comme lieu de vie et d'échange. A terme, la spécialisation des espaces équivaut à renoncer de traiter le bruit à la source.

atteint un niveau de bruit dans les locaux à peu près équivalent à celui des habitations qui ne sont pas soumises aux nuisances.

Par conséquent, il devrait être possible d'aérer la pièce tout en garantissant une protection suffisante contre le bruit.

Les dispositifs adéquats disponibles sur le marché (chicanes acoustiques incorporées dans les cadres des fenêtres, avec ou sans ventilation mécanique) permettent d'assurer un apport d'air suffisant sans perte sensible d'efficacité.

I1 - Veiller à ce que les systèmes d'isolation phonique projetés respectent l'ensemble des qualités esthétiques des immeubles et répondent aux exigences de confort et d'habitabilité : aération des locaux, contact visuel avec l'extérieur, etc.

La conséquence négative souvent évoquée d'une isolation acoustique exagérée est l'accroissement de la perception des bruits domestiques intérieurs. Ce phénomène n'est pas à craindre dans le cas de l'assainissement au sens de l'OPB parce que les performances des vitrages sont adaptées en fonction du niveau d'exposition au bruit extérieur. De ce fait, on

Les fenêtres isolantes, dont la pose sera exigée, doivent également être conformes au règlement cantonal et aux normes en vigueur sur l'isolation thermique des bâtiments.

I2 - Pour les bâtiments réalisés avant le 1er avril 1987, déjà équipés de vitrages isolants, envisager l'installation d'un système de protection contre le bruit permettant une meilleure ventilation des logements.



Les exigences spécifiques cantonales en ce qui concerne la protection des monuments et des sites devront toutefois être respectées.

L'autorité compétente (service des monuments et des sites - DAEL) pourra émettre des directives plus précises pour les bâtiments figurant dans l'inventaire du patrimoine architectural.

Notes

- 1 Augoyard J.-F., Culture sonore et identité urbaine - Berne, 1990
- 2 Zanasco J.-L., Méthode multicritère d'évaluation des priorités d'assainissement, Genève, 1996
- 3 Zürcher Umwelt Praxis, N° 12, p. 27, März 1997
- 4 Assainissement de l'air à Genève au sens de l'article 31 de l'OPair - plan des mesures du 27 mars 1991

13 - Préconiser des doubles fenêtres pour les bâtiments protégés et dans le cas où ce système serait applicable. Si leur pose s'avère techniquement non souhaitable, proposer l'installation de vitrages isolants simples ou doubles.

Créer des espaces tampons au niveau des façades est la solution architecturale la plus fréquemment utilisée. La loi sur les constructions et installations diverses (LCI) précise que : "Toute pièce pouvant servir à l'habitation ... doit être éclairée par un jour vertical ... ouvrant directement sur l'extérieur ...". Ceci démontre une évolution en faveur d'un système du type "espace tampon dynamique", dans le sens qu'il participe à la vie du logement située derrière.

- 5 R. Hofmann EMPA - Lärmbelastungskataster, Kom-munalmagazin 1/89, Zürich
- 6 Exemple de l'installation existante sur un tronçon de la route de Lancy
- 7 Conception globale de la circulation C 2000, DJPT - OTC, août 1992
- 8 «Recherche de solutions urbanistiques et constructives par rapport aux nuisances sonores», Ville de Genève et A. Beati, 1995
- 9 DAEL et ECOTOX - Isolation acoustique des bâtiments exposés au bruit - Genève, 1995
- 10 Par exemple : isolation des plafonnets, parapets, balcons, doubles fenêtres, vitrages isolants, etc.

14 - Pour les bâtiments toujours exposés à des immissions excessives, après que des mesures aient été prises à la source, adopter des solutions permettant une meilleure protection des balcons, des loggias et des fenêtres¹⁰.



Réalisation du plan des mesures

3

Résumé

La mise en œuvre du plan d'assainissement sera menée à deux étapes.

La première étape sera la réalisation des mesures globales préconisées par les plans de circulation.

Dans un second temps, des mesures plus spécifiques à la lutte contre le bruit seront déployées. Les plans d'assainissement pluriannuels serviront à programmer en routine les travaux d'assainissement et d'isolation acoustique bien précis, en fonction des priorités et des disponibilités financières.

L'intégration des mesures d'assainissement dans tous les processus administratifs et à tous les niveaux de prise de décision sera une étape décisive.



3. Réalisation du programme d'assainissement

3.1 Généralités

Les mesures d'assainissement envisagées sont de deux types : les mesures globales, celles qui ont des effets sur l'ensemble du canton et les mesures locales, appliquées afin de résoudre les problèmes du bruit à l'échelle d'un tronçon de route, d'un quartier ou d'un ensemble de bâtiments.

Les mesures globales de la compétence de l'autorité d'exécution de l'OPB¹, qui en même temps finance leur mise en oeuvre, pourront être rapidement décidées et programmées. Les mesures locales qui, en général, font intervenir plus d'un acteur (la Confédération, le canton, les communes et les propriétaires fonciers) devront être élaborées dans un esprit de concertation, en tenant compte de l'intérêt général tout en préservant les intérêts de chacun.

En se basant, d'une part, sur le constat de l'état actuel des nuisances sonores à Genève et, d'autre part, sur les méthodes d'assainissement proposées pour lesquelles un consensus sera atteint, le Conseil d'État décidera des modalités de mise en oeuvre du plan des mesures avec les communes concernées. Une procédure de coordination sera mise en place afin d'obtenir et de distribuer les subventions fédérales pour l'assainissement des installations routières dont la responsabilité est partagée soit entre plusieurs communes², soit entre le canton et une commune.

Les programmes d'assainissement découlant du plan des mesures se heurtent à une difficulté spécifique au problème du bruit, notamment l'obligation de traiter les nuisances à des niveaux d'échelle extrêmes : allant de l'ensemble du réseau routier (plan directeur des circulations), jusqu'à une façade particulière (mesures d'isolation acoustique). Pour cette raison, dans

le cadre de ce plan des mesures, les méthodes d'assainissement et leur coût ne peuvent être estimés qu'en partant des hypothèses maximalistes et des techniques et méthodes les plus conventionnelles.

3.2 Programme de réalisation des mesures

3.2.1 Mesures globales

La première étape de la réalisation du plan des mesures consiste à inscrire l'assainissement du bruit routier dans l'ensemble des procédures décisives. L'objectif de cette démarche est que tout projet soit également examiné sous l'angle de la protection contre le bruit, afin que des mesures concrètes allant dans ce sens soient systématiquement réalisées.

Des campagnes d'information seront organisées, par le biais de la presse spécialisée, de la télévision et par affichage sur la voie publique, durant toute la mise en route des programmes d'assainissement.

Aidée par le groupe de travail et assistée par les spécialistes de la communication, l'autorité d'exécution de l'OPB (DAEL) présentera chaque année, au mois de septembre, le plan pluriannuel d'assainissement détaillé basé sur le plan des mesures.

Un appui des associations des automobilistes, des milieux de la protection de l'environnement et des professionnels de la route sera sollicité afin d'accéder aux moyens d'information spécifiques (presse spécialisée).

La formation des conducteurs sera à brève échéance intégrée dans les cours de sensibilisation existants ; une subvention pour des cours et des conférences sera réservée dans les fonds prévus pour l'assainissement. L'effort dans cette direction sera maintenu de façon



continue après l'achèvement de l'assainissement du bruit routier.

Les contrôles de l'état des véhicules seront rapidement mis en route (une année) ; le matériel spécifique est déjà disponible sur le marché des instruments acoustiques et la formation des techniciens du service des automobiles et de la navigation (SAN) peut être assurée par les fournisseurs. Le coût de cette mesure est relativement modeste. Le gain escompté en terme d'émission sonore sur l'ensemble du réseau routier, à l'échéance du renouvellement du parc automobile (10 ans), est de l'ordre d'un décibel, ce qui sera une conséquence du respect par l'ensemble des véhicules des limites plus sévères de l'émission sonore imposées à l'homologation.

Afin d'exercer une surveillance renforcée du comportement des conducteurs, une instruction appropriée sera dispensée, dans le cadre de la formation continue, aux gendarmes par des spécialistes de la BTE. Dans la mesure du possible, les effectifs de cette dernière devraient être accrus. L'objectif de ces interventions sera notamment la dissuasion, accompagnée d'une information au public sur les effets de l'action, qui devrait permettre une réduction des excès de bruit d'une catégorie d'usagers de la route.

Les mesures découlant du plan des mesures OPair, précisées dans le Rapport du suivi du plan des mesures³, seront mises en oeuvre dans le cadre de ce projet avec les moyens prévus pour cet usage. La coordination sera assurée par les deux groupes de travail déjà constitués (PRASSOB et OPair).

3.2.2 Routes nationales

Dans le tableau 1 de l'annexe 8 sont donnés les tronçons à assainir de l'autoroute RN1 ; les sections récentes : RN1a/8 (Aéroport - Bardonnex) et RN1/6 (contournement de Plan-les-Ouates) respectent intégralement les exigences de l'OPB parce qu'elles ont été étudiées et construites en suivant la procédure

d'étude d'impact sur l'environnement.

Compte tenu d'une configuration simple du terrain et d'un éventail de solutions relativement restreint, le coût des mesures de protection le long de l'autoroute peut être estimé avec une bonne précision à l'aide des modèles numériques. Les demandes d'allégements⁴ seront nécessaires au cas où, une fois les mesures optimales mises en oeuvre (respectant la protection des sites et ayant un rapport coût/utilité acceptable), les immissions résiduelles seraient toujours supérieures aux valeurs limites d'immission.

En outre, même si les valeurs limites ne sont pas dépassées, on profitera de l'entretien de la chaussée pour poser un revêtement plus performant du point de vue de l'émission sonore sur les tronçons de l'autoroute à proximité des zones d'habitation des communes de Versoix, Bellevue, Collex-Bossy, Pregny-Chambésy et Meyrin (Cointrin).

3.2.3 Routes cantonales

Les tronçons de routes cantonales qui seront assainis en priorité sont indiqués dans le tableau 2 de l'annexe 8. Les études d'intégration seront menées afin d'optimiser le rapport coût/utilité chaque fois que cela s'avérera nécessaire.

Pour les routes traversant les communes rurales, caractérisées par des constructions éparses, l'ampleur et le coût des travaux d'assainissement ne peuvent être donnés qu'à titre indicatif.

Tout d'abord, à cause des particularités de la topographie : les zones touchées par le bruit sont souvent vastes et parsemées des obstacles de faible gabarit, qui ne figurent pas sur les plans cadastraux, mais qui modifient la propagation des ondes sonores. Ce fait rend la détermination des immissions sonores relativement peu précise.

Ensuite, les immissions sonores le long des routes de moindre importance ($TJM < 3'000$ uv/jour),



suivant la distance de la route, se situent entre les valeurs limites d'immission des degrés de sensibilité au bruit II et III (entre 60 et 65 dB(A) de jour et 50 et 55 dB(A) de nuit). Si dans les zones agricoles on admet le degré de sensibilité III (qui s'applique uniquement aux locaux à usage sensible au bruit des habitations) ; ailleurs, les degrés de sensibilité au bruit seront déterminants pour juger s'il existe une obligation légale de procéder à l'assainissement.

Le coût des assainissements, indiqué dans le tableau 2 de l'annexe 8, est estimé (c. f. paragraphe 3.2.1) en considérant l'hypothèse qu'on devra ériger des écrans antibruit hauts de 2 mètres (coût moyen 650 F/m²)⁵, ce qui correspond à l'option la plus défavorable techniquement, économiquement et du point de vue de la protection de l'environnement. Il ne s'agit en aucun cas des mesures recommandées, mais uniquement d'une base pour des calculs.

En réalité, différentes mesures prises, par exemple le traitement préalable de la chaussée par des revêtements antibruit, ou d'autres mesures de modération du trafic, devrait permettre de réduire fortement le coût d'assainissement.

La nécessité de déposer une demande d'allègements sera évaluée sur la base d'une estimation de l'efficacité des mesures prises au cas où, pour un certain nombre de bâtiments, les immissions résiduelles (après l'assainissement) seraient supérieures aux valeurs limites d'immission.

Il est vraisemblable que, pour un certain nombre d'habitations éparses, le rapport coût/utilité de l'assainissement sera si élevé qu'une demande d'allègements pourra être justifiée.

3.2.4 Routes communales

Les tronçons de routes communales, selon la loi sur les routes (L 1 10), qui seront assainis en priorité sont indiqués dans le tableau 3 de

l'annexe 8. Il est utile de rappeler que, chaque fois que plusieurs options d'assainissement se présenteront, des études d'intégration seront menées tronçon par tronçon à une échelle appropriée.

Le coût des assainissements indiqué est estimé en partant de l'hypothèse qu'on devra poser des vitrages isolants (2 000 F/fenêtre) sur tous les bâtiments dépassant les valeurs d'alarme et ériger également des écrans antibruit hauts de 2 mètres (coût moyen 650 F/m²) au droit de chaque façade touchée par le bruit dépassant les valeurs limites d'immission. Dans les centres d'agglomérations, compte tenu de l'impossibilité de construire des écrans, les calculs sont faits sur la base des vitrages isolants et de revêtements antibruit.

La pose systématique des revêtements antibruit sur des routes critiques, combinée avec d'autres mesures de modération du trafic, devrait permettre de réduire le coût d'isolation acoustique de 80% et des écrans antibruit approximativement de moitié.

3.2.5 Coordination avec le plan

directeur cantonal

Le projet de plan directeur cantonal (PROJET 2015 - version mars 1996) comporte l'indication suivante concernant l'approche du problème des nuisances sonores du trafic routier :

«... Afin de diminuer les nuisances en milieu urbain, il convient d'agir avant tout dans le sens d'une réduction des immissions, en particulier celles dues à la circulation automobile.»

On constate donc, qu'en l'état, le projet de plan directeur est très général et qu'il devra, dans sa rédaction finale, encore intégrer les objectifs et les méthodes définis par le plan des mesures d'assainissement du bruit routier.



3.2.6 Coordination avec le plan des mesures OPair

La composition du groupe de travail chargé d'assurer le suivi du plan des mesures OPair est pratiquement identique à celle du groupe chargé d'élaborer le plan des mesures d'assainissement du bruit routier ; dans les deux cas, la coordination est assurée par le service spécialisé : ECOTOX. Ceci démontre clairement que la nécessité de coordonner les actions dans les domaines de la lutte contre le bruit et de la protection de l'air est parfaitement admise et qu'elle est, en ce qui concerne les ressources, déjà réalisée.

Par conséquent, il sera possible d'assurer le suivi des deux plans de mesures (OPair et OPB) par des instances existantes de l'administration sans créer un nouvel groupe de travail pour cette tâche. Les groupes de travail veilleront à ce que toutes les options proposées soient régulièrement communiquées à l'autre groupe de travail par des rapports techniques, afin que les décisions puissent être prises en conformité avec les objectifs communs.

3.3 Evaluation des résultats des mesures d'assainissement

3.3.1 Mise en place des structures et du calendrier d'évaluation périodique de l'efficacité des mesures

Chaque année au mois de septembre, à l'occasion de la mise à jour des plans pluriannuels des mesures pour l'année à venir et de l'adaptation des programmes d'assainissement, le groupe de travail chargé du suivi établira une proposition des objets à assainir au cours de la prochaine période. Le document communiqué à l'OFR contiendra la liste détaillée des tronçons de voies de

circulation concernés, les mesures d'assainissement adoptées, les propositions d'allègements et la liste des façades des bâtiments devant être isolés ainsi que le coût de chaque opération. L'exécution des études spécifiques et le suivi des chantiers pourront être confiés à des spécialistes privés : bureaux d'acousticiens et d'ingénieurs conseils reconnus.

Toute nouvelle mesure de lutte contre le bruit, en particulier celle relative à la gestion des circulations, aussi bien étudiée soit-elle, ne peut anticiper ses effets sur l'usage effectif du réseau, le comportement des usagers et, par conséquent, sur l'environnement sonore.

Il s'agit généralement d'interventions réversibles, réglementaires (signalisation, marquage) et de régulation (signalisation lumineuse), accompagnées d'interventions légères sur la voirie (îlots, séparation du sens de circulation, élargissement des trottoirs, voies pour pistes cyclables, couloirs réservés pour les transports en commun).

Face aux inévitables incertitudes quant au fonctionnement effectif des mesures préconisées, il est souhaitable de procéder à des évaluations-bilans au terme de chaque étape. Il est donc suggéré qu'un instrument de comptabilité des immissions à référence spatiale soit mis en application pour que le Conseil d'État soit régulièrement informé de l'avancement des assainissements.

Cet outil existe sous forme de cadastre des immissions du bruit intégré dans le système d'information du territoire genevois (SITG) (prochainement - le système d'information sur l'environnement du genevois (SIEnG)).

Le service spécialisé du canton en matière de protection de l'environnement (ECOTOX), qui est responsable de la mise à jour du cadastre, sera chargé de présenter tous les 2 ans un rapport dans lequel sera évalué le succès des mesures concrètes. Le groupe de travail PRASSOB, à cette



occasion, émettra des propositions afin de corriger ou améliorer les mesures qui n'auront pas eu l'effet escompté.

Notes

1 Le Conseil d'État genevois délègue ses prérogatives aux départements DAEL et DJPT

2 Exemple de la route des Acacias qui se situe à cheval sur le territoire de la Ville de Genève et de la Ville de Carouge où elle change de classification pour devenir route cantonale.

3 Rapport du suivi du plan des mesures au sens de l'article 31 de l'OPair - état 1995, présenté par le Conseil d'État genevois en mai 1996

4 C.f. Annexe 1 - OPB, art. 14

5 Grolimund & Petermann, Catalogue des écrans antibruit, Berne, 1992



Base légale

Annexe 1

Résumé

La législation en matière de bruit est particulièrement abondante et d'une extrême complexité. La présente compilation des textes de lois et d'ordonnances spécifiques à l'assainissement du bruit routier doit permettre aux personnes qui s'intéressent au plan des mesures d'avoir un aperçu simple et aussi complet que possible afin qu'elles soient en mesure de l'interpréter.

Les nombreuses recommandations émanant de l'OFEFP ainsi que les analyses de jurisprudences publiées par l'ASPAN ont servi de base pour l'élaboration de ce chapitre



BASE LEGALE POUR L'ASSAINISSEMENT DU BRUIT ROUTIER

Le plan des mesures est fondé sur les législations fédérale et cantonale en matière de protection de l'environnement, notamment la loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) du 1er janvier 1985 :

LPE Art. 1 Principes

1 La présente loi a pour but de protéger les hommes, les animaux et les plantes, leurs biocénoses et leurs biotopes des atteintes nuisibles ou incommodantes, et de conserver la fertilité du sol.

2 Les atteintes qui pourraient devenir nuisibles ou incommodantes seront réduites à titre préventif et assez tôt.

LPE Art. 2 Principe de causalité

Celui qui est à l'origine d'une mesure prescrite par la présente loi en supporte les frais.

LPE Art. 8 Évaluation des atteintes

Les atteintes seront évaluées isolément, collectivement et dans leur action conjointe.

Une installation ou un projet doit être évalué globalement, en prenant en compte les impacts sur le bruit, mais aussi sur l'air, les eaux, etc. On doit en outre déterminer les atteintes provoquées par plusieurs sources de même genre et celles de genre différent (routes, chemins de fer, industrie, etc.). Dans le cas où on se trouverait en présence d'appréciations contradictoires, l'autorité devra procéder à une pesée des intérêts.

LPE Art. 11 Principe de prévention

1 Les pollutions atmosphériques, le bruit, les vibrations et les rayons sont limités par des mesures prises à la source (limitation des émissions).

2 Indépendamment des nuisances existantes, il importe, à titre préventif, de limiter les émissions dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable.

3 Les émissions seront limitées plus sévèrement s'il appert ou s'il y a lieu de présumer que les atteintes, eu égard à la charge actuelle de l'environnement, seront nuisibles ou incommodantes.

Le principe fondamental de prévention à deux niveaux, énoncé dans cet article, est évoqué par plusieurs jurisprudences du Tribunal fédéral qui souligne que son respect balaye l'idée du "droit de faire du bruit jusqu'à concurrence des valeurs limites". Les exigences que l'autorité peut poser en évoquant la clause "de ce qui est techniquement faisable et économiquement supportable", ne sont pas définies. Il convient cependant de tempérer ces exigences en veillant au respect du principe de proportionnalité.

**LPE Art. 12 Limitations d'émissions**

1 Les émissions sont limitées par l'application :

- a. Des valeurs limites d'émissions
- b. Des prescriptions en matière de construction ou d'équipement
- c. Des prescriptions en matière de trafic ou d'exploitation
- d. Des prescriptions sur l'isolation thermique des immeubles
- e. Des prescriptions sur les combustibles et carburants.

2 Les limitations figurent dans des ordonnances ou, pour les cas que celles-ci n'ont pas visés, dans des décisions fondées directement sur la présente loi.

Les détails de définition des valeurs limites sont repris et développés dans les ordonnances d'application (pour le bruit : l'OPB).

LPE Art. 13 Valeurs limites d'immission

1 Le Conseil fédéral édicte par voie d'ordonnance des valeurs limites d'immission applicables à l'évaluation des atteintes nuisibles ou incommodes.

2 Ce faisant, il tient compte également de l'effet des immissions sur des catégories de personnes particulièrement sensibles, telles que les enfants, les malades, les personnes âgées et les femmes enceintes.

LPE Art. 15 Valeurs limites d'immission relatives au bruit et aux vibrations

Les valeurs limites d'immission s'appliquant au bruit et aux vibrations sont fixées de manière que, selon l'état de la science et l'expérience, les immissions inférieures à ces valeurs ne gênent pas de manière sensible la population dans son bien-être.

L'objectif de protection du bien-être, qui est propre à l'homme, ouvre de nouvelles possibilités pour l'évaluation et l'interprétation des atteintes pour lesquelles le législateur n'a pas édicté de valeurs limites d'exposition exhaustives.

LPE Art. 20 Isolation acoustique des immeubles existants

1 Lorsque les mesures à la source ne permettent pas de ramener à un niveau inférieur à la valeur d'alarme les immissions provoquées par le bruit sur des immeubles déjà construits dans le voisinage de routes, d'aéroports, d'installations ferroviaires ou d'autres installations fixes publiques ou concessionnées existantes, les propriétaires des immeubles touchés sont tenus de protéger les locaux destinés au séjour prolongé des personnes au moyen de fenêtres antibruit ou par d'autres aménagements similaires.

2 Les propriétaires des installations fixes à l'origine du bruit supportent les frais des mesures nécessaires à l'isolation acoustique s'ils ne peuvent prouver qu'à la date de la demande du permis de construire l'immeuble touché :

- a. Les valeurs limites d'immission étaient déjà dépassées, ou que
- b. Les projets d'installations avaient déjà été soumis à l'enquête publique.



L'alinéa 2 de cet article, qui n'a pas d'équivalent dans l'OPB, traite d'antériorité des nuisances par rapport à la construction du bâtiment. Techniquement, il pose le problème de l'évaluation des immissions sonores a posteriori, quand bien même les données du trafic et de l'émission sonore des véhicules ne sont pas connues. Il est important de noter que l'alinéa 2 concerne uniquement le financement de l'isolation acoustique et non l'assainissement en général.

D'autres dispositions de la LPE, pertinentes pour le plan de mesure de lutte contre le bruit routier, ont été développées dans l'ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit (OPB) du 15 décembre 1986 (entrée en vigueur le 1er avril 1987) :

OPB Art. 1 Champ d'action

1 La présente ordonnance a pour but de protéger contre le bruit nuisible ou incommodant.

2 Elle régit :

- a. La limitation des émissions de bruit extérieur produites par l'exploitation d'installations nouvelles ou existantes au sens de l'article 7 de la loi ;
- b. La délimitation et l'équipement de zones à bâtir dans des secteurs exposés au bruit ;
- c. L'attribution du permis de construire pour les bâtiments disposant de locaux à usage sensible au bruit et situés dans des secteurs exposés au bruit ;
- d. L'isolation contre les bruits extérieur et intérieur des nouveaux bâtiments disposant de locaux à usage sensible au bruit ;
- e. L'isolation contre le bruit extérieur des bâtiments existants disposant de locaux à usage sensible au bruit ;
- f. La détermination des immissions de bruit extérieur et leur évaluation à partir de valeurs limites d'exposition.

3 Elle ne régit pas :

- a. La protection contre le bruit produit sur l'aire d'une exploitation, dans la mesure où il affecte les bâtiments d'exploitation et les appartements qui s'y trouvent ;
- b. La protection contre les infrasons et les ultrasons.

L'ordonnance ne régit pas toutes les nuisances sonores. Elle laisse à l'appréciation de l'expert notamment : les bruits naturels, ceux d'origine volontaire (que l'on peut assimiler au tapage sur la voie publique, par exemple : claquement des portières de voitures, cris et vociférations sur un parking, etc.), les sons solidiens (propagés par la structure du bâtiment) et les vibrations.

En vertu des principes de prévention et de la protection du bien-être des populations, afin d'évaluer les atteintes des vibrations et des bruits solidiens, on se fondera sur l'article 15 de la LPE.

Les niveaux limites indicatifs seront par conséquent établis en se référant à des normes nationales et internationales reconnues¹.

OPB Art. 2 Définitions

1 Les installations fixes sont les constructions, les infrastructures destinées au trafic, les équipements des bâtiments et les autres installations non mobiles dont l'exploitation produit du bruit extérieur. En font notamment partie les routes, les installations ferroviaires, les aéroports, les installations



de l'industrie, des arts et métiers, de l'agriculture, les installations de tir ainsi que les places permanentes de tir et d'exercices militaires.

2 Sont également considérées comme nouvelles installations fixes les installations fixes et les constructions dont l'affectation est entièrement modifiée.

3 Les limitations des émissions sont des mesures techniques, de construction, d'exploitation, ainsi que d'orientation, de répartition, de restriction ou de modération du trafic, appliquées aux installations, ou des mesures de construction prises sur le chemin de propagation des émissions. Elles sont destinées à empêcher ou à réduire la formation ou la propagation du bruit extérieur.

4 L'assainissement est une limitation des émissions pour les installations fixes existantes.

5 Les valeurs limites d'exposition sont des valeurs limites d'immission, des valeurs de planification et des valeurs d'alarme. Elles sont fixées en fonction du genre de bruit, de la période de la journée, de l'affectation du bâtiment et du secteur à protéger.

L'OPB distingue trois niveaux de valeurs limites d'exposition au bruit :

- * Les valeurs limites d'immission (VLI) qui définissent le seuil général à partir duquel le bruit devient "nuisible" et "incommodant" pour la majorité de la population ;
- * Les valeurs de planification (VP) qui se situent au-dessous des valeurs limites d'immission ;
- * Les valeurs d'alarme (VA) qui se situent au-dessus des valeurs limites d'immission.

La gêne subjective perçue, sur laquelle se base l'évaluation de la notion d'inconfort, joue un rôle déterminant sur la fixation des valeurs limites d'exposition au bruit (VLE). Des enquêtes psychosociales ont montré qu'il existe une bonne corrélation entre le niveau des immissions de bruit L_r et le pourcentage de personnes fortement gênées.

La proportion de personnes fortement gênées par des bruits de faible niveau est plus ou moins constante. A l'autre extrémité, on trouve les bruits dont le niveau est élevé et qui indisposent fortement presque tout le monde. Entre ces deux secteurs, un domaine de niveaux relativement étroit montre que, en même temps à l'élévation du niveau de bruit, le nombre de personnes considérablement gênées augmente très rapidement. Cette relation entre la gêne ressentie et l'exposition au bruit montre qu'il est pratiquement impossible de déterminer une valeur limite au-dessous de laquelle personne ne sera incommodé.

Afin que la majorité de la population (80%) ne soit pas gênée de manière sensible dans son bien-être, les valeurs limites d'immission (VLI) ont été fixées dans la partie inférieure de la courbe, où la pente s'accroît rapidement.

Pour les projets de nouvelles installations ou lorsqu'on examine la délimitation de nouvelles zones à bâtir, il ne suffit pas d'éliminer les fortes nuisances. Dans le sens de prévention, il faut évaluer, dans de tels cas, de manière plus sévère les immissions de bruit. C'est la raison pour laquelle on a fixé des valeurs limites inférieures aux valeurs limites d'immission. La LPE les désigne sous le nom de valeurs de planification (VP). Elles sont destinées à empêcher que le niveau de bruit augmente jusqu'à atteindre la limite de l'inconfort, ceci même dans le cas où des installations supplémentaires viendraient s'ajouter aux installations déjà existantes. Les valeurs de planification sont inférieures de 5 dB(A) aux valeurs limites d'immission.



A l'heure actuelle, les valeurs limites d'immission sont largement dépassées en maints endroits et notamment à proximité des routes à grand trafic. Dans la mesure où il est réalisable sur le plan technique et n'entrave pas à l'excès les conditions d'exploitation, l'assainissement de ce genre situation ne peut se faire que dans le cadre de programmes à long terme. Il n'est donc pas possible de donner suite à l'obligation de ramener rapidement le bruit de toutes les installations gênantes à un niveau inférieur aux valeurs limites d'immission. Le législateur a donc été amené à introduire une troisième notion de valeurs limites, à savoir les valeurs d'alarme (VA). Les immissions dépassant cette norme sont considérées comme extrêmes. Elles doivent obligatoirement être ramenées à un niveau inférieur par des mesures d'assainissement ou d'isolation acoustique, dans les délais les plus brefs. Les valeurs d'alarme constituent donc au premier chef un critère pour l'urgence des mesures d'assainissement qui doivent être prises. Elles garantissent qu'au moins les secteurs les plus touchés par le bruit seront assainis le plus vite possible.

Les valeurs d'alarme sont fixées à une limite qui est plus élevée de 5 à 15 dB(A) que la norme retenue pour les valeurs limites d'immission. Elles se situent dans la partie supérieure de la courbe exposition/gêne décrite plus haut.

Les différences relatives des effets de gêne en fonction de la densité du trafic horaire moyen de jour comme de nuit sont prises en considération en introduisant ce qu'on appelle le niveau d'évaluation d'exposition au bruit L_r :

$$L_r = L_{\text{éq}} + K_1$$

Le niveau d'évaluation L_r prend aussi en considération le fait que l'effet gêne n'est pas identique selon les différents genres de bruit. Par exemple, le bruit du trafic ferroviaire pour un niveau de bruit identique du point de vue acoustique et physique (mesuré en niveau moyen $L_{\text{éq}}$) provoque une gêne plus faible.

OPB Art. 1 al. 6 Définitions

6 Les locaux dont l'usage est sensible au bruit sont :

- a. Les pièces des habitations, à l'exclusion des cuisines sans partie habitable, des locaux sanitaires et des réduits ;
- b. Les locaux d'exploitation, dans lesquels des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée ; en sont exclus les locaux destinés à la garde d'animaux de rente et les locaux où le bruit inhérent à l'exploitation est considérable.

Le terme "cuisine sans partie habitable" n'est pas défini explicitement dans l'OPB. Cependant, selon la loi sur les constructions et installations diverses L 5 05 art. 52, on peut l'attribuer aux pièces dont la surface est inférieure à 9 m².

Sous "locaux d'exploitation" on considère les bureaux, les surfaces commerciales ainsi que toutes les autres surfaces affectées à des activités, sauf les écoles, les établissements de cure et les homes.

**OPB Art. 3 Limitation des émissions des véhicules à moteur**

1 Les émissions de bruit dues aux véhicules à moteur, aéronefs, bateaux et véhicules ferroviaires doivent être limitées dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable.

2 Pour la limitation des émissions, on appliquera les législations sur la circulation routière, l'aviation civile, la navigation intérieure et les chemins de fer, lorsqu'un véhicule est soumis à l'une de ces législations.

Sur ce point, le plan des mesures définit les objectifs en matière de limitation des émissions même si, formellement, il s'agit d'une compétence de la Confédération (ordonnance sur l'équipement technique des véhicules à moteur - OETV). Le canton et les communes peuvent cependant faire le choix de s'équiper de véhicules destinés au réseau des transports en commun et de la voirie qui leur appartiennent, en définissant des critères plus sévères que ceux de l'OETV.

OPB Art. 8 Limitation des émissions d'installations fixes modifiées

1 Lorsqu'une installation fixe déjà existante au moment de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance est modifiée, les émissions de bruit des éléments d'installation nouveaux ou modifiés devront, conformément aux dispositions de l'autorité d'exécution, être limitées dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable.

2 Lorsque l'installation est notablement modifiée, les émissions de bruit de l'ensemble de l'installation devront au moins être limitées de façon à ne pas dépasser les valeurs limites d'immission.

3 Les transformations, agrandissements et modifications d'exploitation provoqués par le détenteur de l'installation sont considérés comme des modifications notables d'une installation fixe lorsqu'il y a lieu de s'attendre à ce que l'installation même ou l'utilisation accrue des voies de communication existantes entraînera la perception d'immissions de bruit plus élevées. La reconstruction d'installations est considérée dans tous les cas comme modification notable.

4 Lorsqu'une installation fixe existante qui a été construite après l'entrée en vigueur de la présente ordonnance est modifiée, l'article 7 est applicable.

Pour ce qui est des exigences en matière de modification d'installations existantes, on applique en premier lieu le principe de prévention (LPE art. 11). Indépendamment des valeurs limites, on doit prendre toutes les mesures constructives et procéder à un choix du matériel et planifier la circulation, afin de

limiter les émissions. Ce principe doit guider le propriétaire non seulement pour ce qui est de la modification, mais également de l'entretien des installations routières.

L'exigence pour la modification d'une "nouvelle" installation, c'est-à-dire pour laquelle l'autorisation de construire a été délivrée après le 1er avril 1987, est le respect des valeurs de planification (VP), statut auquel l'installation reste soumise lors de travaux de modifications ultérieurs.

**OPB Art. 9 Utilisation accrue des voies de communication**

L'exploitation d'installations fixes nouvelles ou notablement modifiées ne doit pas entraîner :

- a. Un dépassement des valeurs limites d'immission consécutif à l'utilisation accrue d'une voie de communication ou
- b. La perception d'immissions de bruit plus élevées en raison de l'utilisation accrue d'une voie de communication nécessitant un assainissement.

Les exigences moins sévères posées pour les modifications du trafic sur des routes qui dépassent actuellement les valeurs limites, se justifient par la volonté de ne pas entraver excessivement la mobilité des personnes et le développement économique dans la période transitoire qui précède l'assainissement. C'est à partir de 1 dB(A) que l'accroissement de la charge sonore est considéré comme notable (perception d'immissions plus élevées).

OPB Art. 10 Isolation acoustique des bâtiments existants

1 Lorsque pour les installations fixes nouvelles ou notablement modifiées, publiques ou concessionnaires, il n'est pas possible de respecter les exigences requises aux articles 7, 2e alinéa, et 8, 2e alinéa, ou à l'article 9, l'autorité d'exécution oblige les propriétaires de bâtiments existants exposés au bruit à insonoriser, au sens de l'annexe 1, les fenêtres des locaux à usage sensible au bruit.

2 Les propriétaires des bâtiments peuvent, avec l'assentiment de l'autorité d'exécution, appliquer à leurs bâtiments d'autres mesures d'isolation acoustique, si ces dernières réduisent le bruit à l'intérieur des locaux dans la même proportion.

3 Les mesures d'isolation acoustique ne doivent pas être prises lorsque :

- a. L'on peut présumer qu'elles n'apporteront pas une réduction perceptible du bruit dans le bâtiment ;
- b. Des intérêts prépondérants de la protection des sites ou des monuments historiques s'y opposent ;
- c. Le bâtiment sera vraisemblablement démoli dans les trois ans qui suivent la mise en service de l'installation nouvelle ou modifiée ou que, dans ce délai, les locaux concernés seront affectés à un usage insensible au bruit.

Voir les commentaires sur l'article 15 de l'OPB et les suivants.

OPB Art. 11 Coût

1 Le détenteur de l'installation nouvelle ou notablement modifiée supporte les frais de limitation des émissions que provoque son installation.

2 Lorsque le propriétaire d'un bâtiment doit prendre des mesures d'isolation acoustique au sens de l'article 10, 1er alinéa, le détenteur de l'installation prend en outre à sa charge les frais usuels locaux, dûment justifiés, pour :

- a. L'établissement du projet et la direction des travaux ;
- b. L'insonorisation nécessaire des fenêtres au sens de l'annexe I et les travaux d'adaptation indispensables qui en découlent ;
- c. Le financement si, malgré la demande d'avance de frais faite par le propriétaire du bâtiment, le



détenteur de l'installation n'a versé aucun acompte ;

d. Les taxes éventuelles.

3 Lorsque le propriétaire du bâtiment doit prendre des mesures d'isolation acoustique au sens de l'article 10, 2e alinéa, le détenteur de l'installation supporte les frais usuels locaux, dûment justifiés, pour autant qu'ils n'excèdent pas ceux du 2e alinéa. Les autres frais sont à la charge du propriétaire du bâtiment.

4 Lorsque des limitations des émissions ou des mesures d'isolation acoustique doivent être prises en raison du bruit produit par plusieurs installations, les frais qui en résultent seront répartis proportionnellement aux immissions de bruit de chacune des installations concernées.

5 Les frais d'entretien et de renouvellement des mesures d'isolation acoustique sont à la charge du propriétaire du bâtiment.

OPB Art. 12 Contrôles

L'autorité d'exécution s'assurera, au plus tard un an après la mise en service de l'installation nouvelle ou modifiée, que les limitations des émissions et les mesures d'isolation acoustique ordonnées ont bien été prises. En cas de doute, elle examine l'efficacité des mesures.

OPB Art. 13 Assainissement

1 Pour les installations fixes qui contribuent de manière notable au dépassement des valeurs limites d'immission, l'autorité d'exécution ordonne l'assainissement nécessaire, après avoir entendu le détenteur de l'installation.

2 Les installations seront assainies :

a. Dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation et économiquement supportable, et

b. De telle façon que les valeurs limites d'immission ne soient plus dépassées.

3 Lorsque aucun intérêt prépondérant ne s'y oppose, l'autorité d'exécution accorde la priorité à des mesures qui empêchent ou réduisent la formation de bruit plutôt qu'à celles qui empêchent ou réduisent uniquement sa propagation.

4 L'assainissement ne doit pas être entrepris lorsque :

a. Le dépassement des valeurs limites d'immission touche uniquement des zones à bâtir qui ne sont pas encore équipées ;

b. Sur la base du droit cantonal en matière de construction et d'aménagement du territoire, des mesures de planification, d'aménagement ou de construction sont prises sur le lieu des immissions de bruit, qui permettent de respecter les valeurs limites d'immission jusqu'à l'échéance des délais fixés (art. 17).

Les assainissements constituent des limitations des émissions opérées aux installations fixes existantes (OPB art. 2, 4ème al.). Au sens de l'OPB, un "assainissement" signifie qu'il s'agit de réduire les immissions

dans le voisinage d'installations comportant des locaux dont l'usage est sensible au bruit, de manière à ce que leur exposition au bruit ne soit plus la cause d'une gêne notable et donc que les VLI soient respectées.

OPB Art. 14 Allègements en cas d'assainissement

1 L'autorité d'exécution accorde des allègements dans la mesure où :

a. L'assainissement entraverait de manière excessive l'exploitation ou en traînerait des frais disproportionnés ;



b. Des intérêts prépondérants, notamment dans les domaines de la protection des sites, de la nature et du paysage, de la sécurité de la circulation et de l'exploitation ainsi que de la défense générale s'opposent à l'assainissement.

2 Les valeurs d'alarme ne doivent toutefois pas être dépassées par des installations privées, non-concessionnaires.

L'article 14 de l'OPB permet à l'autorité d'exécution d'accorder des allègements pourvu qu'elle ait soigneusement pesé les divers intérêts en cause. Les conditions matérielles donnant droit à des allègements sont analogues, qu'il s'agisse d'installations privées, publiques ou concessionnaires, mais leur portée est différente.

L'octroi d'allègements ne signifie pas qu'on bafoue les intérêts de la protection contre le bruit. Bien au contraire, on entre, dans ce cas précis, dans le champ d'application de la troisième phase de lutte contre le bruit (après celles de la limitation préventive des émissions et de la limitation plus sévère des émissions) instaurée par la loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) dans le domaine de la lutte contre le bruit, c'est-à-dire l'isolation acoustique des bâtiments. Les mesures d'isolation acoustique limitent les effets du bruit à l'intérieur du bâtiment mais pas ceux à l'extérieur du bâtiment.

Cependant, selon l'article 20 de la LPE, pour les installations publiques ou concessionnaires, les mesures d'isolation acoustique des bâtiments existants ne doivent pas être prises dès que les VLI sont dépassées (limite de la nuisance et commodité) mais seulement lorsque les atteintes dépassent les VA. Comme le montrent les travaux préparatoires relatifs à la LPE, ce ne sont que des raisons d'ordre financier qui ont conduit à privilégier certaines installations bruyantes.

Lorsque les conditions posées par l'alinéa 1 lettres a et b sont respectées, il est donc possible de recourir à des mesures à prendre dans les territoires exposés au bruit, et non aux installations émettrices de bruit, afin que la charge sonore des immissions affectant les habitants soit contenue dans les limites prescrites par la loi. Dans notre canton à forte densité de population on appliquera le droit de l'aménagement du territoire aux endroits où cela est encore possible.

Cette énumération n'est pas exhaustive. Il est loisible à l'autorité d'exécution de prendre en considération encore d'autres intérêts prépondérants, à l'occasion de la pesée des intérêts qui lui incombe. Dans le cas des sites présentant une valeur historique, il n'est pas question de mettre des parois antibruit : il ne faut pas les dénaturer en rajoutant un élément aussi dérangeant pour la vue. A ce titre il faut rappeler la loi générale sur la protection des rives du lac L 10.04 (art 10) qui interdit dans un périmètre défini tout mur (ou écran antibruit) plus haut que 1.5 mètres.

Quant aux arguments tirés de la sécurité de la circulation et de l'exploitation, on ne les invoquera que si, après avoir épuisé toutes les possibilités offertes par des mesures de modération et d'orientation du trafic, celles-ci s'avèrent encore insuffisantes par l'assainissement prescrit.

Des allègements jusqu'en dessus des valeurs d'alarme, ne sont pas accordés aux installations privées (OPB art. 14, 2ème al.). Le détenteur d'une installation privée ne sera donc jamais obligé de supporter les frais entraînés par les mesures d'isolation acoustique.



Dans la justification de demande d'allègements présentée par le détenteur, il devra également être mentionné qu'il n'a pas d'autres mesures proportionnées à sa disposition.

Dans tous les cas, c'est aux autorités d'exécution qu'il incombe de rendre la décision, si les deux conditions nécessaires à l'octroi d'allègements sont remplies.

L'octroi d'allègements pour les installations fixes existantes est réglementé par les prescriptions des articles 17, 1er al., de la LPE et 14, 1er al. de l'OPB et dans la mesure où soit l'assainissement prescrit entraînerait des restrictions d'exploitation ou des coûts disproportionnés, soit parce que d'autres intérêts prépondérants s'opposeraient à l'assainissement.

Supposons qu'un détenteur d'installation s'aperçoive que pour pouvoir procéder à l'assainissement de son installation, il aura à faire face à de gros problèmes pour arriver à respecter les VLI, il pourra alors présenter une demande d'allègements. Dans ce cas également, c'est au détenteur de l'installation qu'il incombe de présenter la justification de demande d'allègements. Il devra donc prouver soit que le respect des VLI aura pour conséquence des restrictions d'exploitation ou des coûts disproportionnés, ou encore que des intérêts prépondérants font obstacle à la réalisation de l'assainissement.

Le détenteur de l'installation qui entend présenter une demande d'allègements doit fournir à l'autorité compétente de décision pour son projet, dans le cadre d'une procédure d'autorisation, d'approbation ou de concession, les documents suivants en particulier :

- * Un choix et une représentation vérifiables des mesures (type ou genre, portée, coûts) qu'il faudrait entreprendre pour respecter les exigences de l'article 7, 1er al., lit. a et b de l'OPB pour les nouvelles installations, ou celles de l'article 13, 2e al., lit. a et b de l'OPB pour des installations existantes ;
- * Une comparaison des différentes variantes entre elles, avec ou sans allègements, y compris l'estimation des coûts ;
- * Une justification des allègements demandés (accompagnée des prises de position des autorités compétentes pour les domaines touchés) ;
- * Des indications relatives à leur envergure ainsi qu'à leur portée locale.

Le détenteur de l'installation doit donc exposer, en les différenciant selon le lieu envisagé, les effets des mesures ainsi que les niveaux d'évaluation correspondants qu'elles doivent atteindre. Ce processus est de nature à exclure les allègements d'ordre général. Les allègements ne seront octroyés que dans des cas particuliers et pour des unités de faible envergure. Citons par exemple les tronçons de route qui, en fonction de l'affectation, des degrés de sensibilité, du type de construction (ouvert/fermé), de la densité du trafic et de la topographie sont similaires.

Seul ce type d'indications concrètes permettra à l'autorité compétente de rendre sa décision en toute connaissance de cause pour ce qui concerne les allègements, en même temps que les décisions qu'il doit prendre concernant le projet proprement dit.

OPB Art. 15 Isolation acoustique des bâtiments existants

1 Lorsque pour des installations fixes, publiques ou concessionnaires, il n'est pas possible de respecter les valeurs d'alarme en raison des allègements accordés, l'autorité d'exécution oblige



les propriétaires des bâtiments existants exposés au bruit à insonoriser, au sens de l'annexe 1, les fenêtres des locaux à usage sensible au bruit.

2 Les propriétaires des bâtiments peuvent, avec l'assentiment de l'autorité d'exécution, appliquer à leurs bâtiments d'autres mesures d'isolation acoustique, si ces dernières réduisent le bruit à l'intérieur des locaux dans la même proportion.

3 Les mesures d'isolation acoustique ne doivent pas être prises lorsque :

- a. L'on peut présumer qu'elles n'apporteront pas une réduction perceptible du bruit dans le bâtiment ;
- b. Des intérêts prépondérants de la protection des sites ou des monuments historiques s'y opposent ;
- c. Le bâtiment sera vraisemblablement démolì dans les trois ans qui suivent l'ordre de prendre des mesures d'isolation acoustique ou que, dans ce délai, les locaux concernés seront affectés à un usage insensible au bruit.

Les mesures d'isolation acoustique n'ont pas pour effet la réduction des immissions de bruit. Elles se bornent à rendre l'habitat supportable lorsque les portes et les fenêtres sont fermées. Elles ne sont donc pas conformes à un postulat important de l'hygiène moderne de l'habitat, qui dit que l'habitat à l'air libre ou par fenêtres ouvertes doit être possible sans que le bien-être subisse d'importantes atteintes.

Bien que l'OPB mette sur le même pied dans le titre du 1^{er} alinéa du chapitre 4 les assainissements et les mesures d'isolation acoustique, on constate que seuls les assainissements sont des mesures propres à atteindre l'objectif visé par la LPE à son article premier ; soit la "protection contre les atteintes nuisibles ou incommodes" (LPE article 1). C'est pourquoi il convient d'accorder la priorité à ce type de mesures. Un recours à des mesures d'isolation acoustique ne se fera que lorsqu'il sera impossible de procéder à des assainissements. Le texte de l'ordonnance repose d'ailleurs sur cette conception. Il oblige les autorités d'exécution à examiner la question et à contrôler si le recours à des mesures d'isolation acoustique se justifie.

A Genève, la coordination entre les exigences cantonales en matière d'isolement thermique et celles de l'OPB en matière d'isolement acoustique des bâtiments est assurée par l'article 56 A du règlement cantonal L 5 05.01 d'application de la loi sur les constructions et les installations diverses (LCI) :

L 5 05.01 Art. 56A Règlement sur l'isolation acoustique et thermique des bâtiments (RALCI)

1 Les locaux chauffés doivent comporter des vitrages offrant un coefficient d'isolation thermique $k \leq 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ainsi qu'un indice d'affaiblissement acoustique R_w d'au moins 30 dB, qui peut être porté jusqu'à 40 dB sur demande du département. Ces exigences s'appliquent aussi bien aux vitrages qu'aux montants des fenêtres ainsi qu'aux caissons des stores.

2 L'étanchéité des fenêtres doit tenir compte des cas de besoin en renouvellement d'air des locaux.

3 Les constructions existantes doivent être adaptées aux exigences ci-dessus dans un délai de 20 ans dès l'entrée en vigueur de la présente disposition ; ce délai est ramené à 10 ans pour les vitrages présentant un coefficient $k \geq 3,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.



4 Des dérogations peuvent être accordées pour les immeubles à propos desquels ces exigences sont notamment disproportionnées ou heurtent des objectifs de protection du patrimoine.

Il est vraisemblable, eu égard à une prolongation probable des délais pour l'assainissement ainsi qu'à la définition des exigences de l'annexe 1 de l'OPB, que le texte de ce règlement devra être révisé.

OPB Art. 16 Coût de l'assainissement

- 1 Le détenteur de l'installation supporte les frais d'assainissement de son installation.
- 2 Le détenteur d'une installation publique ou concessionnaire supporte en outre, selon l'article 11, les frais des mesures d'isolation acoustique appliquées à des bâtiments existants, lorsqu'il ne lui a pas été possible, au sens de l'article 20, 2e alinéa, de la loi, de se libérer de cette obligation.
- 3 Lorsqu'il y a lieu de procéder à un assainissement ou de prendre des mesures d'isolation acoustique en raison du bruit produit par plusieurs installations, les frais qui en résultent seront répartis proportionnellement aux immissions de bruit de chacune des installations concernées.
- 4 Les frais d'entretien et de renouvellement des mesures d'isolation acoustique sont à la charge du propriétaire du bâtiment.

L'OPB compare par principe les immissions d'une installation avec les valeurs limites. Les immissions de bruit de même genre provenant de plusieurs installations sont évaluées ensemble (OPB art. 40, 2ème al.). Exemple : les immissions qui proviennent d'une route nationale et celles provenant d'une route cantonale proche. La part de financement à l'assainissement d'une route sera calculée au prorata de sa contribution énergétique à la charge sonore totale.

Cependant, l'OPB ne prévoit pas (encore) de règles pour les critères qu'il faut appliquer pour évaluer la somme d'immissions provenant de plusieurs installations produisant des bruits d'un genre différent (routes et lignes ferroviaires p.ex.) et pour effectuer la comparaison avec les valeurs limites d'exposition au bruit, ceci bien que l'art. 8 de la LPE demande expressément une telle évaluation globale.

En ce qui concerne le financement, restent réservées les exceptions fondées sur le principe d'antériorité de la nuisance de l'article 20 de la LPE.

OPB Art. 17 Délais

- 1 L'autorité d'exécution fixe les délais pour l'assainissement et les mesures d'isolation acoustique en fonction de l'urgence de chaque cas.
- 2 Sont déterminants pour évaluer l'urgence d'un cas :
 - a. L'importance du dépassement des valeurs limites d'immission ;
 - b. Le nombre de personnes touchées par le bruit ;
 - c. Le rapport coût-utilité.
- 3 L'assainissement et les mesures d'isolation acoustique devront être exécutés au plus tard dans les quinze ans qui suivent l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.



Compte tenu de l'ampleur des investissements, le Conseil fédéral examine la possibilité de prolonger le délai pour l'assainissement des installations publiques ou concessionnées de 5 ans supplémentaires avec pour nouvelle échéance le 1er avril 2007 (Consultation des cantons lancée en mars 1996 par le Conseil fédéral).

OPB Art. 18 Contrôles

L'autorité d'exécution s'assurera, au plus tard un an après l'exécution de l'assainissement et des mesures d'isolation acoustique, s'ils correspondent aux mesures qui ont été ordonnées. En cas de doute, elle examine l'efficacité des mesures.

OPB Art. 19 Programmes d'assainissement des routes

1 Se fondant sur le cadastre du bruit (art. 37), les cantons établissent des programmes sur l'assainissement et les mesures d'isolation acoustique prévues à court et à moyen terme pour les routes.

2 Les programmes d'assainissement comprennent des données sur :

- a. L'exposition au bruit selon le cadastre ;
- b. Les routes ayant besoin d'être assainies ;
- c. L'assainissement et les mesures d'isolation acoustique prévues ;
- d. Les mesures prévues en lieu et place de l'assainissement au sens du droit cantonal en matière de construction et d'aménagement du territoire (art. 13, 4e al., let. b) ;
- e. L'efficacité de l'assainissement ;
- f. Les allègements prévus pour l'assainissement ;
- g. Le programme de réalisation des mesures ;
- h. Le coût approximatif des mesures ;
- i. La coordination des mesures avec le plan directeur selon l'article 8 de la loi fédérale du 22 juin 1979 sur l'aménagement du territoire.

3 Les cantons déposent les programmes à l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. Celui-ci examine avec l'Office fédéral des routes si les programmes, en particulier les allègements prévus pour l'assainissement, correspondent aux prescriptions de la présente ordonnance. Lorsque les exigences ne sont pas satisfaites, l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage retourne les programmes aux cantons pour mise au point.

Selon l'article 19, 2ème al., lit. f de l'OPB, les programmes d'assainissement comprennent également des données sur les allègements prévus pour l'assainissement.

Afin que l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), puisse procéder à l'examen qui lui incombe selon l'article 19, 3ème al. de l'OPB, il doit disposer des indications suivantes :

* De la part du détenteur de l'installation : les indications sur l'envergure et la portée locale des assainissements ainsi que tous les documents exigibles selon le chiffre 1.4 pour la justification d'éventuelles demandes d'allègements,

* De la part des autorités cantonales compétentes : un préavis sur les demandes d'allègements selon les critères énumérés à l'article 14 de l'OPB.

**OPB Art. 21 Droit aux subventions**

1 Pour les routes existantes, la Confédération alloue des subventions en faveur de l'assainissement et des mesures d'isolation acoustique appliquées à des bâtiments existants.

2 Elle n'en accorde qu'aux mesures indiquées dans le programme d'assainissement des routes examinées et pour lesquelles le propriétaire de la route est tenu de prendre les frais à sa charge.

Dans le cadre du programme d'assainissement des routes, les cantons peuvent prévoir, dans certains cas, la pose de fenêtres antibruit, déjà lorsque le niveau d'exposition au bruit pour les bâtiments existants dépasse la valeur limite d'immission (VLI). Selon l'article 15 de l'OPB, ces mesures d'isolation acoustique ne sont obligatoires qu'en cas de dépassement des valeurs d'alarme. Toutefois, si le propriétaire de la route décide de son propre chef de financer ces mesures déjà lorsque la VLI est dépassée, la question est alors de savoir s'il a droit à des subventions fédérales.

Chaque fois qu'on est obligé de renoncer à l'assainissement pour des raisons autres que financières, le propriétaire de la route aura droit à des subventions fédérales. Ces subventions seront déterminées selon les taux mentionnés à l'article 22 de l'OPB. Les coûts pouvant être portés en compte sont réglementés par l'article 23, 1er alinéa de l'OPB. Exemples de mesures d'isolation acoustique à des bâtiments existants, ayant un niveau d'exposition au bruit se situant entre les VLI et les VA donnant droit à des subventions :

* Dans le cas où la pose d'un écran antibruit serait techniquement et économiquement possible mais qu'il soit inacceptable du point de vue de l'atteinte au paysage ou qu'il ne permettrait de protéger qu'une petite partie des bâtiments exposés au bruit.

* Pour des raisons d'égalité de traitement : quand il n'est techniquement pas possible de construire des écrans antibruit (centres urbains) pour des bâtiments dont l'exposition est tout juste inférieure aux VA.

OPB Art. 22 Taux de subvention

1 Les taux de subvention pour l'assainissement et les mesures d'isolation acoustique sont déterminés :

a. Pour les routes nationales, selon les articles 7 et 10 de la loi fédérale du 22 mars 1985 concernant l'utilisation du produit des droits d'entrée sur les carburants

b. Pour les routes principales, selon l'article 13 de la loi fédérale concernant l'utilisation du produit des droits d'entrée sur les carburants.

2 Les taux de subvention pour l'assainissement et les mesures d'isolation acoustique concernant le reste du réseau routier s'échelonnent, en fonction de la capacité financière des cantons, entre 30 et 50 pour cent des frais pouvant être portés en compte. Si les mesures prises constituent une charge financière particulièrement élevée pour le propriétaire de la route, le taux de subvention déterminé peut, en fonction de cette charge, être augmenté au plus de 10 pour cent à valoir sur les frais pouvant être portés en compte.

**Art. 23 Coûts pouvant être portés en compte**

1 Lors de l'assainissement, les frais pouvant être portés en compte sont ceux qui ont une relation directe avec les travaux, y compris ceux qui résultent de la détermination des immissions de bruit.

2 Les indemnités versées aux autorités et aux commissions ainsi que les frais relatifs à l'obtention des crédits de construction et au paiement de leurs intérêts ne peuvent pas être portés en compte lors d'un assainissement. Les frais d'entretien, tant en ce qui concerne la construction que l'exploitation et le renouvellement de l'assainissement ne peuvent être portés en compte que pour les routes nationales.

3 En cas de mesures d'isolation acoustique, les frais portés en compte sont ceux que le propriétaire de la route doit prendre à sa charge au sens de l'article 16, 2e et 3e alinéas.

Selon les directives fédérales, les cantons peuvent recevoir des subventions pour les frais d'établissement des cadastres pour le bruit routier, au même taux que pour l'assainissement des routes cantonales (pour Genève en 1997 ce taux était de 48%), et cela avant même d'avoir déposé le programme d'assainissement. L'office fédéral des routes (OFR) et l'office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) sont d'accord à examiner la possibilité de financer la partie des frais de construction des ouvrages liés directement à l'assainissement du bruit (revêtements antibruit, giratoires, seuils de ralentissement, etc.).

OPB Art. 24 Plans pluriannuels

1 Sur la base des programmes d'assainissement des routes qui ont été examinés, les cantons établissent chaque année un plan des mesures qu'il est prévu de réaliser au cours des années suivantes (plan pluriannuel).

2 Les plans pluriannuels comprennent pour chaque tronçon de route :

a. L'assainissement et les mesures d'isolation acoustique prévues ;

b. Les devis pour les frais portés en compte ;

c. Les subventions fédérales qui en résultent.

3 Les cantons transmettent régulièrement les plans pluriannuels jusqu'à fin septembre à l'Office fédéral des routes.

OPB Art. 25 Attribution des crédits

1 L'Office fédéral des routes fixe pour chaque canton, avec l'assentiment de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, les crédits de paiement qui peuvent être portés pour l'assainissement et les mesures d'isolation acoustique sur l'année faisant l'objet du devis et sur les années suivantes comprises dans le plan pluriannuel. Sont déterminants : les demandes des cantons, ainsi que les moyens à disposition sur la base du devis et du plan financier de la Confédération.

2 Les cantons mettent leurs plans pluriannuels à jour sur la base des crédits qui leur sont alloués, et ils les envoient à l'Office fédéral des routes.

OPB Art. 26 Crédit d'engagement

1 L'Office fédéral des routes ne garantit les crédits que pour les projets contenus dans les plans pluriannuels mis à jour.

2 La garantie du crédit cesse lorsque, dans les trois ans qui suivent son attribution, la mise en oeuvre du projet n'est pas commencée. Le canton peut réintroduire le projet dans le plan pluriannuel.

3 Pour des projets importants, qui vont au-delà du plan pluriannuel, la subvention fédérale est garantie par des crédits partiels.

**OPB Art. 27 Dépassement de devis**

Les cantons annoncent immédiatement à l'Office fédéral des routes les dépassements de devis prévisibles en les justifiant. Faute de quoi, les frais supplémentaires ne seront pas subventionnés.

OPB Art. 28 Compte final et paiement des contributions

1 Les cantons envoient les comptes finaux à l'Office fédéral des routes. Celui-ci contrôle les documents et verse les subventions aux cantons. Dans des cas dûment fondés, des acomptes peuvent être accordés jusqu'à 80 pour cent du coût des travaux réalisés.

2 Seuls les projets figurant dans le plan pluriannuel mis à jour pour l'année faisant l'objet du devis peuvent prétendre à un compte final et au paiement des contributions.

OPB Art. 36 Détermination obligatoire

1 L'autorité d'exécution détermine les immissions de bruit extérieur des installations fixes ou ordonne leur détermination si elle présume que les valeurs limites d'exposition y relatives sont dépassées ou qu'elles pourraient l'être.

2 On tiendra compte de l'évolution future des immissions de bruit que l'on peut prévoir en raison d'installations nouvelles ou modifiées ou de l'assainissement d'installations existantes, dans la mesure où les projets concernés sont déjà à l'enquête publique au moment de la détermination. L'autorité d'exécution déclenche l'action qui lui incombe lorsqu'elle est en possession de l'information nécessaire sur des immissions émises par les installations fixes existantes. Cette information peut être obtenue, dans un premier temps, à partir des connaissances techniques disponibles au sein de l'administration (plans de charge).

OPB Art. 37 Cadastres de bruit

1 L'autorité d'exécution consigne les immissions déterminées au sens de l'article 36 dans des cadastres de bruit, séparément pour les routes, les installations ferroviaires et les aéroports existants.

2 Les cadastres de bruit indiqueront :

- a. L'exposition au bruit calculée ou mesurée ;
- b. Les modèles de calcul utilisés ;
- c. Les données d'entrée pour le calcul du bruit ;
- d. L'affectation des secteurs exposés au bruit ;
- e. Les degrés de sensibilité attribués ;
- f. Les installations et leurs propriétaires.

3 L'autorité d'exécution transmet les cadastres au plus tard dans les cinq ans qui suivent l'entrée en vigueur de la présente ordonnance à l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. Elle veille à ce qu'ils soient mis à jour et corrigés périodiquement et à les envoyer, dûment mis au point, à l'office fédéral.

4 Si l'exécution de cet article relève d'une autorité fédérale (art. 46), cette dernière peut requérir des cantons les documents nécessaires à l'établissement du cadastre. L'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage met le cadastre à la disposition des cantons concernés.

5 Le cadastre de bruit peut être consulté par tout un chacun, pour autant que le secret de fabrication et d'affaires soit assuré et qu'aucun autre intérêt prépondérant ne s'y oppose.



Afin de décrire l'état de l'exposition au bruit de manière systématique, la Confédération prescrit aux autorités d'exécution d'établir des cadastres de bruit et de les terminer dans un délai de 5 ans suivant l'entrée en vigueur de l'OPB. Ces cadastres doivent être établis pour les routes existantes dont l'exposition au bruit est critique, pour les installations ferroviaires et pour les aéroports. Ces cadastres doivent faire l'objet d'une publication.

Étant donné que c'est les autorités fédérales qui sont compétentes pour obliger l'établissement des cadastres pour les installations ferroviaires et les aéroports, l'art. 37, 4^{ème} al. de l'OPB prévoit également une obligation de renseigner et de collaborer avec les cantons.

Pour tout ce qui concerne la détermination et l'évaluation de l'exposition au bruit provenant des installations fixes, c'est la situation existante qui est déterminante et sert de base de départ. Seuls les projets qui sont déjà à l'enquête publique au moment de la détermination seront pris en considération, dans la mesure où on peut s'attendre à des effets concernant les immissions (OPB art. 36, 2^{ème} al.).

Pour ce qui est de l'évaluation des nouvelles installations, il y a donc lieu d'établir un pronostic de bruit tenant compte de l'évolution future des immissions. Cette prescription permet aux autorités de pouvoir tenir compte de projets éventuels de transformation des installations de trafic.

Les cadastres de bruit sont mis à jour et corrigés périodiquement. Ceci, afin que ni le cadastre, ni des décisions d'assainissement ultérieures, ne puissent donner prétexte à s'en tenir à l'ordre établi au moment de la détermination du bruit.

La mention d'attribution des degrés de sensibilité n'est pas exigible lorsqu'il est prouvé que les valeurs d'exposition déterminantes, correspondant au degré de sensibilité II, sont respectées dans tout le voisinage de l'installation (OPB cf. art. 41). De plus, l'autorité compétente devra confirmer qu'aucun degré de sensibilité I n'a été attribué dans le périmètre concerné.

OPB Art. 38 Méthodes de détermination

1 Les immissions de bruit sont déterminées sous forme du niveau d'évaluation L_r (annexes 3 à 7, ch. 3) ou L_{max} (annexe 5. ch. 4) sur la base de calculs ou de mesures.

2 Les exigences en matière de modèles de calcul et d'appareils de mesure seront conformes à l'annexe 2.

OPB Art. 39 Lieu de la détermination

1 Pour les bâtiments, les immissions de bruit seront mesurées au milieu de la fenêtre ouverte des locaux à usage sensible au bruit. Les immissions de bruit des avions peuvent aussi être déterminées à proximité des bâtiments.

2 Sur le secteur non construit de zones qui requièrent une protection accrue contre le bruit, les immissions de bruit seront déterminées à 1,5 m du sol.

3 Dans les zones à bâtir non encore construites, les immissions de bruit seront déterminées là où, conformément au droit sur l'aménagement du territoire et des constructions, pourront être érigés des bâtiments comprenant des locaux à usage sensible au bruit.



Le fait que le lieu de détermination soit situé à l'embrasement de la fenêtre ouverte montre que les mesures d'assainissement doivent être prises en amont de celle-ci. Certaines solutions architecturales, comme les bow-windows par exemple, répondent seulement partiellement aux exigences de l'OPB. Cependant, elles sont jugées conformes à l'OPB si le niveau de protection est équivalent à celui atteint dans les habitations sises dans le voisinage de routes non sujettes à l'assainissement, et que soit assuré un taux d'échange d'air suffisant. En pratique, l'autorité d'exécution de l'OPB peut accepter un projet comportant une seule fenêtre par pièce à l'abri du bruit, à condition que les habitants aient la possibilité de se protéger contre le bruit et d'aérer la pièce en même temps.

Pour les parcelles non construites, mais qui ont fait l'objet d'un plan d'aménagement de détail (plans localisés de quartier (PLQ)), le lieu de détermination doit être aligné sur les futures façades comportant des locaux à usage sensible au bruit, à une hauteur correspondant à un étage représentatif, si possible le plus exposé au bruit.

OPB Art. 41 Validité des valeurs limites d'exposition

1 Les valeurs limites d'exposition sont valables pour les bâtiments comprenant des locaux à usage sensible au bruit.

2 Elles sont également valables :

a. Dans les zones à bâtir non encore construites où, conformément au droit sur l'aménagement du territoire et des constructions, pourront être érigés des bâtiments comprenant des locaux à usage sensible au bruit ;

b. Dans le secteur non construit de zones qui requièrent une protection accrue contre le bruit.

3 Pour les secteurs et bâtiments dans lesquels des personnes ne séjournent généralement que de jour ou de nuit, aucune valeur limite d'exposition ne s'appliquera pour la nuit ou le jour respectivement.

OPB Art. 42 Valeurs limites d'exposition particulières aux locaux d'exploitation

1 Pour les locaux d'exploitation (art. 2, 6e al., let. b) qui se situent en des secteurs où l'on a attribué les degrés de sensibilité I, II ou III, les valeurs de planification et les valeurs limites d'immission sont de 5 dB(A) plus élevées.

2 Le 1er alinéa n'est pas applicable aux locaux dans les écoles, les établissements et les homes. Pour les locaux de restaurants et hôtels, il ne s'applique que dans la mesure où ces locaux sont suffisamment aérés, même lorsque les fenêtres sont fermées.

"L'allègement" de 5 dB(A) supplémentaires par rapport aux logements, accordé pour des locaux d'activité, permet un compromis entre les objectifs de protection contre le bruit et ceux de développement. C'est dans les centres urbains en particulier qu'il sera souvent difficile de réduire les immissions sonore en dessous des VLI par des mesures constructives ou de modération de la circulation. On admet que des locaux d'activité peuvent supporter plus de bruit parce qu'ils sont les producteurs d'un bruit propre en raison de leurs équipements (photocopieuses, ordinateurs, climatisation). Le confort sonore est cependant assuré par une isolation renforcée², éventuellement accompagnée d'une ventilation mécanique ou d'une climatisation. Les règlements de construction admettent cette solution pour des bureaux ou des commerces, mais pas pour des logements.

**OPB Art. 43 Degrés de sensibilité**

1 Dans les zones d'affectation selon les articles 14 et suivants de la loi fédérale du 22 juin 1979 sur l'aménagement du territoire, les degrés de sensibilité suivants sont à appliquer :

- a. Le degré de sensibilité I dans les zones qui requièrent une protection accrue contre le bruit, notamment dans les zones de détente ;
- b. Le degré de sensibilité II dans les zones où aucune entreprise gênante n'est autorisée, notamment dans les zones d'habitation ainsi que dans celles réservées à des constructions et installations publiques ;
- c. Le degré de sensibilité III dans les zones où sont admises des entreprises moyennement gênantes, notamment dans les zones d'habitation et artisanales (zones mixtes) ainsi que dans les zones agricoles ;
- d. Le degré de sensibilité IV dans les zones où sont admises des entreprises fortement gênantes, notamment dans les zones industrielles.

2 On peut déclasser d'un degré les parties des zones d'affectation du degré de sensibilité I ou II, lorsqu'elles sont déjà exposées au bruit.

OPB Art. 44 Procédure

1 Les cantons veillent à ce que les degrés de sensibilité soient attribués aux zones d'affectation dans les règlements de construction ou les plans d'affectation communaux.

2 Les degrés de sensibilité seront attribués lors de la délimitation ou de la modification des zones d'affectation ou lors de la modification des règlements de construction, mais au plus tard dans les dix ans qui suivent la mise en vigueur de la présente ordonnance.

3 Avant l'attribution, les degrés de sensibilité seront déterminés cas par cas par les cantons au sens de l'article 43.

A Genève, cette obligation a été traduite dans un premier temps par une réglementation provisoire fixant les degrés de sensibilité au bruit (DS) pour l'ensemble du territoire. Dans un second temps, des DS ont été attribués de façon ponctuelle, à l'occasion de mesures d'aménagement local (modifications des limites de zones et plans localisés de quartier. Finalement, il était raisonnable de concevoir une démarche globale qui porte sur l'ensemble du territoire.

La méthode d'attribution des degrés de sensibilité au bruit qui est suivie à Genève a notamment tenu compte des critères suivants :

- * affectation du sol (réelle ou souhaitée) ;
- * exposition au bruit (actuelle ou prévue) ;
- * implications techniques et économiques ;
- * protection des sites et des paysages ;
- * jurisprudence, en particulier celle du Tribunal fédéral.

Il est important de comprendre que le plan d'attribution des degrés de sensibilité, au même titre qu'un plan localisé de quartier, a force obligatoire autant pour les collectivités publiques que pour les particuliers et les entreprises.

Pendant un délai de 30 jours après la mise à l'enquête, quiconque est atteint par le projet de plan d'attribution des degrés de sensibilité au bruit et a un intérêt digne de protection à ce qu'il soit modifié, peut déclarer son opposition, par acte écrit et motivé, au Conseil d'Etat.



Le Conseil d'Etat statue sur les oppositions, le cas échéant modifie le projet et adopte ensuite le plan. La décision du Conseil d'Etat est susceptible de recours auprès du Tribunal administratif.

OPB Art. 45 Exécution par les cantons

Les cantons appliquent la présente ordonnance dans la mesure où son exécution n'est pas confiée à la Confédération ou que des lois fédérales spéciales ne restreignent pas la souveraineté des cantons.

L'exécution de l'OPB à Genève est régie par la loi d'application de la loi fédérale sur la protection de l'environnement K 1 70 et, notamment pour ce qui concerne l'assainissement du bruit routier, par son article 13 :

K1 70 Art. 13

Plan d'assainissement

1 Se fondant sur les plans de mesures, lesquels reposent sur une approche globale qui prend en compte, notamment, les particularités de l'espace urbain et de la protection du patrimoine et des sites, le Conseil d'Etat fixe les programmes d'assainissement.

2 Le Conseil d'Etat établit chaque année le plan des mesures qu'il est prévu de réaliser au cours des années suivantes (plan pluriannuel).

Les dispositions transitoires sont régies par le règlement transitoire d'application de la loi fédérale sur la protection de l'environnement K1 70.02 (en voie de révision) :

K1 70.02 Art. 19

Règlement cantonal d'application transitoire de la loi fédérale sur la protection de l'environnement

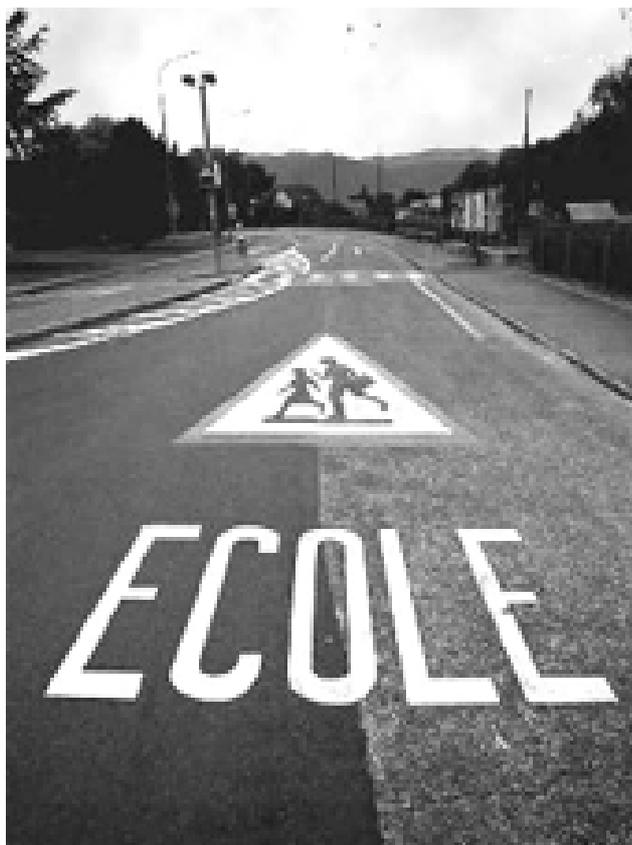
1 L'exécution des tâches énumérées aux articles 19 à 25 de la loi fédérale est confiée au département de l'intérieur, de l'environnement et des affaires régionales en ce qui concerne les constats et au département des travaux publics et de l'énergie en ce qui concerne l'exécution des mesures à prendre en matière de lutte contre le bruit et les vibrations, sous réserve de celles prévues aux articles 20, alinéa 2, et 25, alinéas 1 et 2, de la loi fédérale, dans la mesure où il s'agit d'installations dans les entreprises ou leurs abords. Dans ce dernier cas, le département de l'économie publique est compétent. Il est également compétent pour faire exécuter les mesures à prendre lorsqu'il s'agit d'installations déjà existantes dans les entreprises ou leurs abords.

2 Le département de justice et police et des transports est également consulté selon la nature des objets.

Notes

1 D'après les récentes jurisprudences du Tribunal fédéral, le règlement sur la tranquillité publique (F 3 10.03) qui, à Genève, régit le tapage sur la voie publique, n'a plus de portée propre parce que tout bruit sur la voie publique tomberait sous la LPE. Cependant, les valeurs limites de l'OPB ne s'appliquent pas aux bruits humains. Pour les vibrations l'OFEFP recommande la norme allemande DIN 4150. En ce qui concerne les bruits solidiens, on peut se référer à la norme SIA 181/1988 de la société suisse des ingénieurs et des architectes.

2 Norme SIA 181/1988



Conséquences du bruit dans l'environnements pour la santé

Annexe 2

Résumé

Les effets directs de l'exposition au bruit sont bien connus mais on a peu d'informations sur les conséquences des nuisances sonores dans l'environnement pour la santé publique.

Afin de mener une étude épidémiologique d'envergure il est nécessaire de compléter les données existantes sur l'exposition au bruit (exhaustives et d'une excellente précision) avec les données médicales, par exemple, sur le nombre de personnes admises à l'hôpital avec le stress dû au bruit.

Les doléances qui parviennent spontanément aux administrations cantonales au sujet du bruit routier, montrent que l'interférence avec le sommeil est celle qui est la plus souvent évoquée. L'irritabilité et l'agressivité des plaignants sont souvent justifiées par un cumul de nuisances de différents genres : bruit routier, trafic aérien, loisirs.



Conséquences du bruit dans l'environnement sur la santé

Introduction

Une épidémiologie des maladies induites par le bruit dans l'environnement est beaucoup plus incertaine que celle des atteintes sur le lieu de travail à cause du manque de données sanitaires. On peut cependant avancer, sans risque de se tromper, que le coût social des nuisances sonores est au moins aussi important que celui des maladies professionnelles dues au bruit (estimation pour la Suisse : 2.5 milliards F par année)¹.

Une récente enquête sur la santé relève qu'à Genève, sur près du 60% de personnes se plaignant de nuisances à leur domicile, 42% des personnes interrogées inculpent le bruit de la circulation, les femmes étant plus sensibles².

Il est important de préciser qu'on n'a jamais constaté une perte d'acuité auditive due à l'exposition au bruit dans l'environnement, au voisinage d'installations «fixes» au sens de l'OPB (à l'exception des usagers des stands de tir et des places d'armes).

Interférence avec la communication

Un accroissement du niveau sonore équivalent L_{eq} (moyenne énergétique) ou du niveau d'évaluation L_r de 3 dB(A) correspond à un doublement de la charge sonore. Même si cette modification est à peine audible à l'instant même où le changement se produit (il faut 10 dB(A) pour avoir la sensation que l'intensité a doublé), la plupart des effets directs (atteinte de l'ouïe) et indirects (gêne) sur l'organisme sont multipliés par un facteur 2.

L'interférence des bruits avec la communication verbale, l'utilisation du téléphone et l'écoute de la radio ou de la télévision, entraîne une frustration et une irritation. L'indice d'articulation (AI) et Preferred Speech interference level (PSIL) indiquent, qu'à partir de 65 dB(A), le taux de

compréhension de la parole devient inacceptable³. Ce seuil correspond à un bruit au milieu d'une pièce exposée à 70 dB(A) à la fenêtre entrouverte. C'est la situation qu'on rencontre le long de 18 kilomètres de routes à Genève⁴.

La difficulté d'écoute est particulièrement nuisible chez un enfant en pleine phase d'apprentissage : la qualité d'écoute dans les écoles est une condition extrêmement importante pour le bon développement de l'enfant. Le taux de compréhension des mots descend à 50% au cours d'une dictée, dans un environnement soumis à un bruit de 65 dB(A). La réussite scolaire peut être donc directement liée à la qualité de l'environnement sonore aux environs des établissements scolaires. A Genève, on dénombre une dizaine d'écoles primaires⁵, quatre collèges et cinq bâtiments universitaires situés dans des zones exposées à une charge sonore élevée, ce qui rend l'enseignement quasiment impossible avec les fenêtres ouvertes.

La gêne (sentiment de désagrément) peut être due à différents types de bruit : du petit bruit permanent ou répétitif au bruit qui altère la qualité d'écoute en couvrant les sons que l'oreille tente de percevoir. Elle touche l'individu dans son affectivité et son irritabilité.

La prédisposition des personnes est une condition dominante dans l'évaluation de la gêne consciente du bruit. Le bruit, quel qu'il soit, est porteur d'un message et donc d'une charge affective. Les bruits dont l'émission a un lien d'utilité ou de bien-être avec le plaignant, seront mieux supportés que ceux qui résultent d'une action qui ne lui est d'aucun bénéfice.

Perturbations du sommeil (effets sur le système nerveux central)

Un sommeil réparateur de la fatigue physique et mentale est essentiel pour une bonne santé et le bien-être de l'individu. Les effets perturbateurs du sommeil sont de deux ordres: directs et indirects.



Effets directs

- Difficulté d'endormissement : la phase d'endormissement est prolongée. Durant cette phase particulièrement critique, on ne devrait pas dépasser un L_{eq} de 35 dB(A) dans la chambre à coucher (40 à 45 dB(A) à la fenêtre) sous peine que plus du 30% des habitants seraient fortement dérangés. Cette condition est difficile à satisfaire en région urbaine.

- Réveils pendant la nuit (modification de la structure du sommeil) : un dépassement unique du niveau de pointe L_{max} de 50 dB(A) a pour conséquence le réveil dans 10% des cas; à 60 dB(A), cette proportion monte à 20%. A titre de comparaison, 50 dB(A) sont, de nuit, atteints de nuit 6 minutes par heure dans une chambre à coucher avec une fenêtre ouverte à 50 mètres de l'autoroute ou au niveau des façades d'immeubles dans les rues à plus de 10'000 véhicules par jour.

- Le bruit agit également sur la qualité du sommeil : celui-ci devient plus léger, ce qui peut contribuer à de multiples réveils au cours de la nuit.

Selon certaines recherches récentes⁶, il ressort que ce sont surtout les bruits dus au trafic routier qui, probablement en raison de leur nature de type continu fluctuant, provoquent des changements des structures du sommeil.

- Diminution du temps de sommeil paradoxal et séparation en plusieurs courtes phases. Cette perturbation fragilise beaucoup l'individu car cette étape du sommeil est particulièrement importante pour la récupération du corps et de l'esprit.

- Diminution du temps de sommeil total.

- Modifications sur le plan neurovégétatif au cours du sommeil (irrégularité du rythme cardiaque ou respiratoire, activité musculaire,...).

Entre 50 et 60 décibels, ces perturbations peuvent avoir lieu sans réveiller nécessairement la personne. Ces modifications démontrent clairement que le bruit peut avoir un effet nocif en dehors des temps de conscience de l'individu.

Effets indirects et «post-effets»

L'augmentation de la vigilance impliquée par un environnement bruyant provoque, chez l'individu exposé, des troubles du sommeil.

Les «post-effets» sont les troubles du lendemain. Ils apparaissent après une nuit de sommeil perturbée par le bruit et consistent en des troubles de l'humeur et de la performance. Ils sont dus à l'accumulation de l'énergie sonore du jour avec les bruits nocturnes.

Effets non-auditifs

Le sens auditif peut aussi provoquer des souffrances lorsque l'environnement sonore devient «agressif». Le corps ne répond alors plus à un simple stimulus, il est mis en alerte par celui-ci. Les réactions du corps peuvent se faire de manière consciente ou inconsciente.

Les symptômes décrits ci-dessous peuvent contribuer ou être la cause du développement d'une pathologie plus grave.

Stress et fonctions végétatives

Des relations ont été observées entre le bruit et différentes altérations hormonales, cardiovasculaires, gastro-intestinales, musculaires ou osseuses traduisant une activation du système nerveux autonome⁷. Il existe des liens indirects entre les voies auditives et le système d'activation de la formation réticulée du tronc cérébral.

Les effets cardio-vasculaires sont les mieux étudiés. Plusieurs études ont pu mettre en évidence ces liens par l'élévation de la pression artérielle, la consommation de médicaments et



la fréquentation des médecins. L'étude menée à St-Gall⁸ conclut que 1 à 3% des infarctus peuvent être imputés directement au stress induit par le bruit.

Système sanguin

A la suite d'exposition au bruit prolongée, l'hémogramme est fréquemment modifié (diminution des polynucléaires), la vitesse de sédimentation est en général accélérée.

Pertes d'équilibre

On a également relevé des syndromes de vertiges pouvant être accompagnés de vomissements et de nausées.

L'appareil visuel semble également pouvoir être atteint dans sa mobilité et sa capacité de distinction.

Système sympathique : les ulcères

Une altération de la mobilité gastro-intestinale a également été constatée chez des sujets très exposés au bruit, cette affection se révèle par l'apparition d'ulcères gastro-intestinaux.

Déclencheur psychique

Le bruit rend plus vulnérable. Il peut aggraver ou entretenir l'état d'une personne fragile au niveau psychiatrique. Le bruit est reconnu comme facteur déclenchant une crise, une tentative de suicide ou même de meurtre !

Diminution des capacités

On observe également une baisse de la performance dans les activités demandant une attention soutenue même pour une activité de seconde importance. La fatigue due au bruit peut également provoquer des migraines céphalées qui sont des gênes considérables pour les personnes souffrantes. Ces baisses de performance touchent également la communication, le processus d'apprentissage, etc.

Les jeunes

Les enfants sont des sujets particulièrement sensibles au bruit. Ils ressentent les mêmes symptômes que les adultes mais ceux-ci viennent les perturber alors qu'ils sont en plein développement, ce qui accroît la gravité du problème. Les enfants et les adolescents se trouvent souvent dans des lieux très bruyants, le bruit étant un des principaux moyens d'expression du jeune (cours de récréation, cantine, discothèque, concert, ...), les enfants modernes ne se protègent pas instinctivement du bruit, ils le recherchent (exemple des baladeurs). Pour cette raison, aujourd'hui en Suisse, 30% des enfants de 15 ans présentent une atteinte auditive⁹.

Les foetus sont particulièrement sensibles à leur environnement sonore. Des études ont même démontré la fragilité du système auditif de l'enfant au cours des trois derniers mois de la grossesse.

Le tabagisme, l'alcoolisme, les neuroleptiques : effets indirects ?

Les travaux qui s'opèrent dans des conditions bruyantes provoquent un stress. On a constaté, chez des employés exposés au bruit, une forte propension au tabagisme, à l'alcoolisme ou à la consommation de neuroleptiques¹⁰. Il est toutefois difficile de connaître la part imputable au stress provoqué par le bruit et la part résultant du milieu socioprofessionnel spécifique.

Un lien peut également être établi entre l'exposition au bruit et la consommation de médicaments (tranquillisants, somnifères, ...)¹¹.



Références

Coopération intercantonale en matière d'analyse des données issues de la 1ère Enquête suisse sur la santé (ESS), «La santé dans le canton de Genève», Institut suisse de la santé publique, Lausanne, janvier 1996.

EIS, Europe Environnement, Livre vert sur le coût réel du transport, supplément au No 479, le 11 juin 1996.

FAVRE Pierre, «Le stress à l'école : un facteur de stress supplémentaire», in Info / santé jeunesse, no 4, Berne, avril 1995.

MERIC Lison, «Le bruit : nuisance, message, musique», les dossiers de l'environnement No IX, Société pour la Protection de l'Environnement, GEORG, Genève, 1994.

PERRITAZ Nicolas et al., «Etude de l'impact des facteurs de l'environnement sur la santé des genevois (IFESAGE), Institut de génie de l'environnement, Lausanne, 1995.

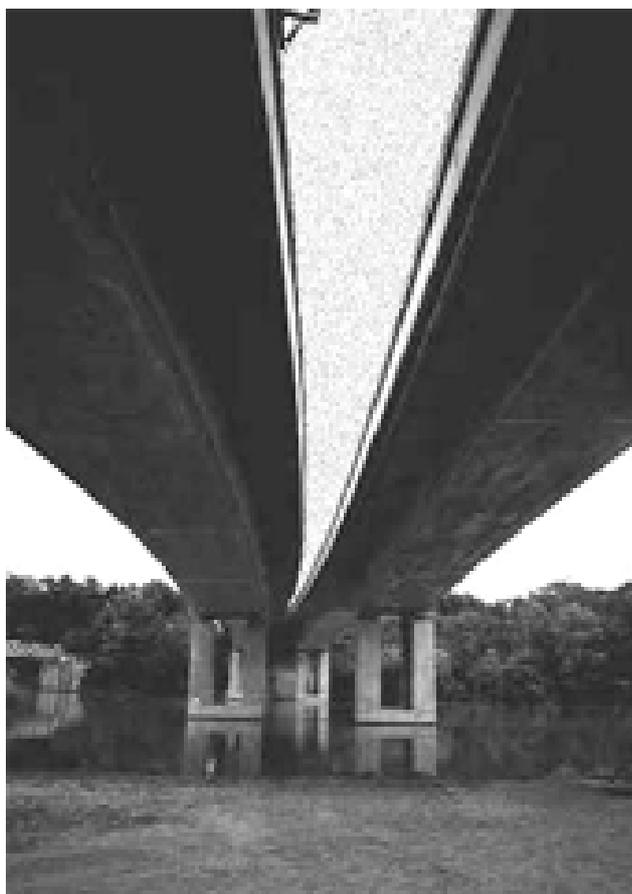
RABINOWITZ J., Médecine et Hygiène, No 39, Genève, 1981.

RABINOWITZ J., Médecine et Hygiène, No 47, Genève, 1989.

STANFELD S.A., «Noise sensibility, depressive illness and personality», Proc. 5th Int. Con. on Noise, Stockholm, 1988.

Notes

- 1 Office fédéral de la statistique, No 1, Le bruit, Berne, 1994
- 2 RABINOWITZ J., Médecine et Hygiène, No 54, Genève, mars 1996
- 3 BERANEK L.L. Noise and vibration control, N-Y, 1971
- 4 Cadastre du bruit routier – ECOTOX, 1994
- 5 Rapport ECOTOX No 10254, Genève, 1989
- 6 Ministère des affaires sociales, de la santé et de la ville, «les effets du bruit sur la santé», Edition ADHEB, Paris, 1995
- 7 DEOUX Suzanne et Pierre, «L'écologie c'est la santé,...», Ed. Frison-Roche, Paris, 1993
- 8 WANNER H. U., Publication OFEPEF, Bern, 1994
- 9 OFSP, communication personnelle de septembre 1996, à paraître
- 10 RABINOWITZ J., «Bruit et santé», Médecine & Hygiène, No 54, Mars 1996
- 11 WANNER H. U., Publication OFEPEF, Bern 1994



Méthode multicritère d'évaluation des priorités

Annexe 3

Résumé

Les méthodes d'aide à la décision du genre ELECTRE sont actuellement les plus utilisées pour analyser les choix stratégiques en matière de gestion de l'environnement. Un des avantages de ces méthodes c'est de prendre en compte un grand nombre de paramètres de nature différente (numériques, monétaires, appréciations qualitatives, etc.) avec leurs pondérations relatives.

Le fait de ne pas agréger les pondérations, mais de procéder à autant de classements qu'il y a de jeux de pondérations, confère à la méthode Electre III un intérêt particulier : celui de préserver jusqu'à la fin du processus de classement l'ensemble des critères proposés par chacun des acteurs. Par conséquent, les décisions ainsi prises ouvrent la possibilité de négociation sur des bases scientifiques.



MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION MULTICRITÈRE DES PRIORITÉS D'ASSAINISSEMENT

Généralités

Les méthodes multicritères Electre III se basent sur l'approche du surclassement de synthèse, ce qui signifie que la liste ordonnée est constituée en comparant systématiquement les objets en présence, deux par deux. Dans le cas de l'assainissement du bruit, la question suivante est posée : la route x est-elle plus prioritaire que la route y ? L'ensemble des tests permet de réaliser le classement des routes de « la plus prioritaire à la moins prioritaire » en vue d'un éventuel assainissement.

C'est principalement à partir du cadastre du bruit (service cantonal d'écotoxicologie) que sont obtenues les données nécessaires à l'évaluation multicritère. Les données utilisées (les plus récentes, disponibles sous forme cadastrée) correspondent à la situation de 1997. Ces données permettent de constater que la majorité des dépassements de jour comme de nuit des VLI (DS III) et plus particulièrement des VA (DS II et III) se situe en Ville de Genève.

L'analyse des résultats (tableau 1 du chapitre 2.1.3 du document principal) montre que :

- La surface de façades dépassant 65 dB(A) de jour et/ou 55 dB(A) de nuit (VLI DS III) est environ trois fois plus importante en Ville que dans le reste du canton.

- La surface de façades dépassant 70 dB(A) de jour et/ou 65 dB(A) de nuit (VA DS III et II) est environ huit fois plus importante en Ville que dans le reste du canton.

- La surface de façades dépassant 65 dB(A) de nuit est environ vingt-trois fois plus importante en Ville que dans le reste du canton.

Ces constats révèlent l'acuité des problèmes liés au bruit en Ville de Genève : l'ampleur des atteintes, plus importante à l'intérieur de l'agglomération, est d'une toute autre dimension pour le reste du canton ! Il est donc nécessaire d'appliquer la méthode Electre III de manière différenciée, à savoir : pour la Ville de Genève les façades dépassant les VA et, à l'extérieur de celle-ci, les façades dépassant les VLI.

Cette approche a permis d'élaborer deux listes de priorités séparées afin de ne pas prêter l'assainissement des routes hors agglomération, dans les zones moins exposées au bruit et moins densément bâties.

Pour les communes autres que la Ville de Genève on a retenu, pour l'analyse multicritère, les façades ayant un Lr supérieur à 65 dB de jour et 55 dB(A) de nuit (VLI DS III). En dessous de 65 dB(A), le respect des VLI est incertain parce qu'il dépend du degré de sensibilité au bruit qui pourra être attribué définitivement à la fin de la procédure légale.

L'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) exige qu'on évalue pour chaque façade les niveaux d'exposition au bruit Lr de jour et de nuit. Pour cette raison on doit introduire le paramètre de sensibilité des affectations (certains locaux n'étant pas utilisés de nuit, par exemple) et effectuer séparément un classement des routes pour le jour et la nuit.

Par conséquent, à la fin du processus on obtient quatre classements : deux pour la Ville de Genève (un pour le jour et un pour la nuit) et deux pour le reste du canton.

Les classements sont effectués sur les routes (actions - dans le langage ELECTRE) ; plus précisément, sur les tronçons de route qui contribuent au dépassement des VA ou des VLI.



Pour la rue des Deux-Ponts par exemple, les trois tronçons définissant la rue sont retenus (du pont de Sous-Terre au pont de Saint-Georges) car ils contribuent tous aux dépassements des VA.

Pour la Ville, on a pris en compte 47 routes ou tronçons de route pour le jour et 38 pour la nuit qui répondent à ce critère ; pour le reste du canton on dénombre 66 tronçons pour le jour et 76 tronçons pour la nuit.

Le découpage de ces routes en tronçons a été effectué selon les critères acoustiques (régularité de l'émission sonore) ; ils ont généralement une longueur qui se situe entre 100 et 1000 mètres en Ville et jusqu'à 1500 mètres à l'extérieur de l'agglomération. Dans ce dernier cas, afin de ne pas traiter des longueurs importantes et pour respecter le découpage du territoire par les communes, certaines routes ont été segmentées. La route de Chancy, par exemple, est divisée en sept tronçons et la route de Lausanne en quatre.

Les critères de priorité choisis ne sont pas « réduits » à un critère unique (agrégation complète) mais agrégés de façon partielle.

Quatre critères ont été retenus :

- * L'exposition au bruit moyenne (C1) ;
- * Le nombre d'habitants par secteur (C2) ;
- * Le nombre d'emplois par secteur (C3) et
- * La présence d'équipements publics particulièrement sensibles au bruit (C4).

Afin d'effectuer le classement selon les densités relatives d'habitants, les emplois et les établissements publics sensibles, les trois derniers critères ont été normalisés par rapport à la longueur de la route (ou la somme de la longueur des tronçons retenus).

Sans cette précaution la comparaison entre les routes aurait été biaisée : les plus longues auraient été favorisées lors de l'établissement du classement.

Les pondérations

Dans le cadre de la méthode Electre III, il est nécessaire d'attribuer un poids relatif pour chaque critère. Chaque participant, membre du groupe de travail, a défini des pondérations pour tous les critères, séparément pour le jour et la nuit. La somme des poids des critères a été arbitrairement fixée à 50.

Les sept groupes de pondérations ainsi dégagées (tableau ci-après) montrent clairement les différentes préoccupations des spécialistes présents par rapport à la protection contre le bruit, à la préservation du patrimoine architectural, à la gestion des circulations, etc. L'intérêt de la méthode Electre III est de permettre à chaque acteur d'exprimer sa sensibilité particulière, qui est conservée au cours du processus de classement, sans qu'elle soit « fondue » dans une pondération agrégée. Les études scientifiques montrent que cette méthode aboutit généralement à une qualité optimale des choix stratégiques.

Ces différentes pondérations ont permis de réaliser sept classements pour chaque situation étudiée. Pour la Ville de Genève par exemple, sept classements sont obtenus avec les sept jeux de pondération de nuit.



La proposition initiale d'un des spécialistes était de faire varier la pondération du critère C1 (exposition au bruit) selon l'action considérée (ce que la méthode Electre III n'admet pas) tout en ayant attribué les valeurs mentionnées dans ce tableau.

Puisque la somme des poids des critères C2, C3 et C4 doit être égale à 50 de jour comme de nuit, cette proposition de pondération a tout de même été prise en compte en attribuant 0 au poids du critère C1.

Les résultats

L'analyse statistique (test de Kendall) effectuée sur chacun des classements des rues en fonction de la priorité d'assainissement, confirme la cohérence de la méthode ; les seuls cas qui posent problème sont les rues affectées exclusivement à des activités commerciales et administratives (rues Basses). A première vue les résultats paraissent contradictoires : ces rues arrivent en tête de liste pour la priorité d'assainissement de jour, mais se trouvent à la fin du classement de nuit.

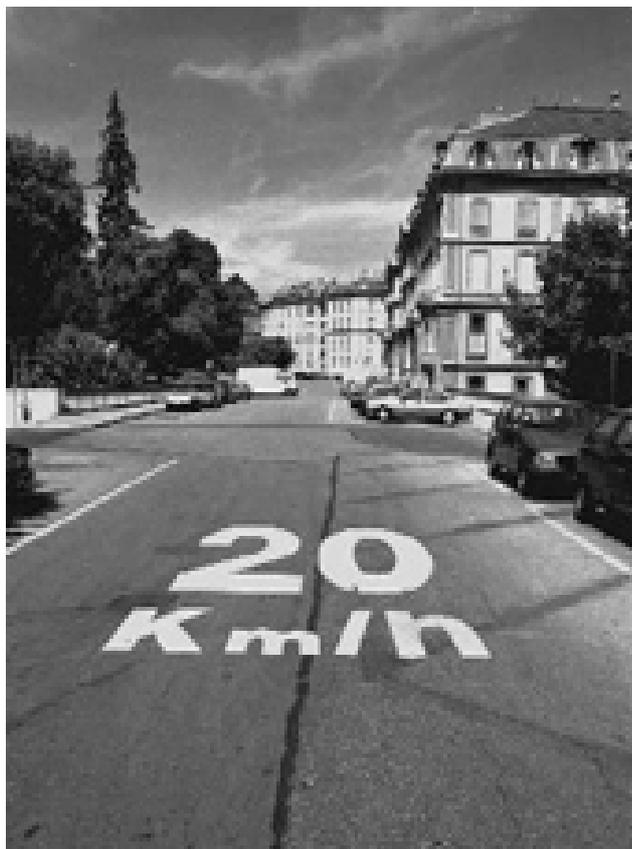
Tableau 2 : pondération des critères

| Pondération | Jour | | | | Nuit | | | |
|-------------|------|----|------|------|------|----|----|----|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C1 | C2 | C3 | C4 |
| 1 | 15 | 10 | 10 | 15 | 15 | 20 | 5 | 10 |
| 2 | 15 | 15 | 10 | 10 | 20 | 15 | 5 | 10 |
| 3 | 5 | 20 | 10 | 15 | 5 | 20 | 5 | 20 |
| 4 | 5 | 20 | 15 | 10 | 5 | 25 | 5 | 15 |
| 5 | 0 | 20 | 10 | 20 | 0 | 25 | 0 | 25 |
| 6 | 10 | 15 | 15 | 10 | 15 | 25 | 0 | 10 |
| 7 | 0 | 25 | 12.5 | 12.5 | 0 | 50 | 0 | 0 |

En réalité, ces résultats mettent en évidence le fait que «la sensibilité au bruit» de ces rues est forte de jour mais quasi nulle de nuit.

Bien que similaires dans leur formulation (1er, 2ème et 3ème niveaux de priorité), comme mentionné précédemment, les degrés de priorité attribués n'ont pas été élaborés selon les critères identiques pour la Ville de Genève et pour le reste du canton.

Par conséquent, on ne peut pas affirmer simplement que les priorités du 2ème niveau pour le canton passent avant celles du 3ème niveau pour la Ville de Genève. Toutefois, il faut garder à l'esprit le fait que les dépassements des VA sont situés majoritairement en Ville de Genève.



Liste des routes prioritaires

Annexes 4 et 5

Résumé

L'approche scientifique à la problématique de planification de l'assainissement du bruit routier par des méthodes multicritères permet d'assurer le meilleur échelonnement des actions et la plus juste répartition des efforts financiers.

Les listes des routes prioritaires obtenues par cette méthode de classement confirment que c'est à la Ville de Genève qu'incombe la lourde tâche d'assainir environ 3/4 de routes et 9/10 de façades exposées au bruit.



Liste des routes prioritaires pour l'assainissement

Ville de Genève

Pour pouvoir interpréter les résultats de façon synthétique, trois types de priorités ont été définis : de 1^{er}, de 2^{ème} et de 3^{ème} niveau. Ces priorités ont été établies en fonction de la fréquence d'apparition de la route considérée, dans les différents classements. Par exemple, la priorité de 1^{er} niveau a été définie de la manière suivante : ce sont les routes ou tronçons de route (respectivement de la Ville de Genève ou du reste du canton) qui sont classés parmi les dix premiers de jour comme de nuit et pour tous les classements (pour les sept classements de jour et les sept classements de nuit).

Les tableaux 1, 2 et 3 présentent respectivement les priorités des 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} niveaux pour la Ville de Genève.

Une remarque importante concerne la rue de la Servette. Les dernières mesures effectuées sur cet axe indiquent une baisse probable des valeurs Lr(jour) et Lr(nuit) ; ceci aurait pour conséquence de «déclasser» éventuellement la rue de la Servette en priorité de 2^{ème} niveau. Il serait nécessaire de refaire les calculs avec les nouvelles valeurs (modèle mathématique pour le cadastre et Electre III pour le classement) pour évaluer l'ampleur de ce déclassement.

Canton (sauf la Ville de Genève)

Les priorités ont été définies de manière identique à celle de la Ville de Genève, sauf que le critère C1 est le dépassement des valeurs limites d'immission.

Les tableaux 4, 5 et 6 présentent respectivement les priorités des 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} niveaux d'assainissement.

La route de Saint-Julien (III), entre les Palettes et la douane de Perly, ne figure pas dans la liste des priorités parce qu'on s'attend à des modifications importantes du trafic,

consécutivement à la mise en service de la section 6 de l'autoroute de contournement.

Le tronçon de la route Chancy (II) (de la route du Pont-Butin à l'avenue du Gros-Chêne) peut, à la limite, être classé dans la priorité de 3^{ème} niveau. En effet, il est classé six fois (sur 14) parmi les trente premières actions de nuit et huit fois (sur 14) parmi les trente premières actions de jour.

Six routes sont toujours classées parmi les trente premières de nuit : rue des Noirettes (Carouge), rue Vautier (Carouge), rue de Veyrier (Carouge), avenue Casaï (I) (Vernier), chemin De-La-Montagne (Chêne-Bougeries) et rue Pelletier (Chêne-Bourg). Parmi celles-ci trois n'ont pas été retenues comme actions pour le classement de jour (nombre très faible de façades dépassant la VLI de jour) : rue De-La-Montagne, rue Pelletier et rue de Veyrier. Les trois autres (avenue Casaï (I), rue des Noirettes et rue Vautier) n'apparaissent pas parmi les trente premières de jour.

Cinq routes ont des classements très différents en distillation ascendante ou descendante (selon le type de classement réalisé à partir des résultats des tests de surclassement) et qui se trouvent parmi les trente premières : route de Meyrin (II) (Meyrin), route du Nant-d'Avril (II) (Meyrin), route de Pré-Bois (II) (Meyrin), route des Acacias (Carouge) et route du Pont-Butin (I) (Lancy). En première analyse, ces différences sont dues à un rapport emploi/habitant particulièrement élevé.

Notes

- 1 La limite de la route des Acacias est donnée par la limite du territoire de la Ville de Genève (le reste de la route est situé sur la Ville de Carouge)
- 2 Idem



Tableau 1 : Ville de Genève : routes ou tronçons de route prioritaires de 1^{er} niveau (*ordre alphabétique*)

| Routes ou tronçons de route | Limites |
|-----------------------------|--|
| Deux-Ponts, rue | En totalité |
| Lausanne (I), rue | Place Cornavin à l'avenue de France |
| Lyon (I), rue | Rue de la Servette à rue de la Poterie |
| Servette, rue | En totalité |



Tableau 2 : Ville de Genève: routes ou tronçons de route prioritaires de 2^{ème} niveau (ordre alphabétique)

| Routes ou tronçons de route | Limites |
|---|--|
| Acacias, route | Pont des Acacias à rue de la Gabelle ¹ |
| Caroline, rue | Rte des Acacias au n° 14 (rue Caroline) ² |
| Chantepoulet, rue | En totalité |
| Cornavin, place | En totalité |
| France, avenue | Rue de Lausanne à l'avenue Blanc |
| Lausanne (II), rue | Avenue de France à l'avenue de la Paix |
| Mail, avenue | En totalité |
| Meyrin, route | Rue de la Servette au n° 14 (route de Meyrin) |
| Pictet-de-Rochemont et Versonnex, avenue et rue | En totalité (rue Fatio à route de Chêne) |
| Pont-d'Arve, boulevard | En totalité |
| Saint-Georges, boulevard | En totalité |

¹ La limite de la route des Acacias est donnée par la limite du territoire de la Ville de Genève (le reste de la route est situé sur la Ville de Carouge)

² Idem



Tableau 3 : Ville de Genève : routes ou tronçons de route prioritaires de 3^{ème} niveau (ordre alphabétique)

| Routes ou tronçons de route | Limites |
|-------------------------------------|--|
| Ador, quai | Rue Fatio au n° 64 (quai G. Ador) |
| Alpes, rue et passage | Rue Pécolat à rue de Montbrillant |
| Dunant, avenue | Avenue Mail à rue Vignier |
| Favon et Cirque, boulevard et place | En totalité |
| Frontenex, route | Avenue Pictet-de-Rochemont à rue Favre |
| Lyon (II), rue | Rue de la Poterie au n°110 (rue de Lyon) |
| Mont-Blanc, rue de | Pont du Mont-Blanc à rue de Berne |
| Poste, quai de la | En totalité |
| Stand, rue | En totalité |
| Rieu, ch. | Route de Malagnou à rue Meylan |
| Villereuse, rue | Rue de la Terrassière au n° 14 (rue de Villereuse) |
| Voltaire, rue | En totalité |

Tableau 4 : Canton : routes ou tronçons de route prioritaires de 1^{er} niveau (ordre alphabétique)

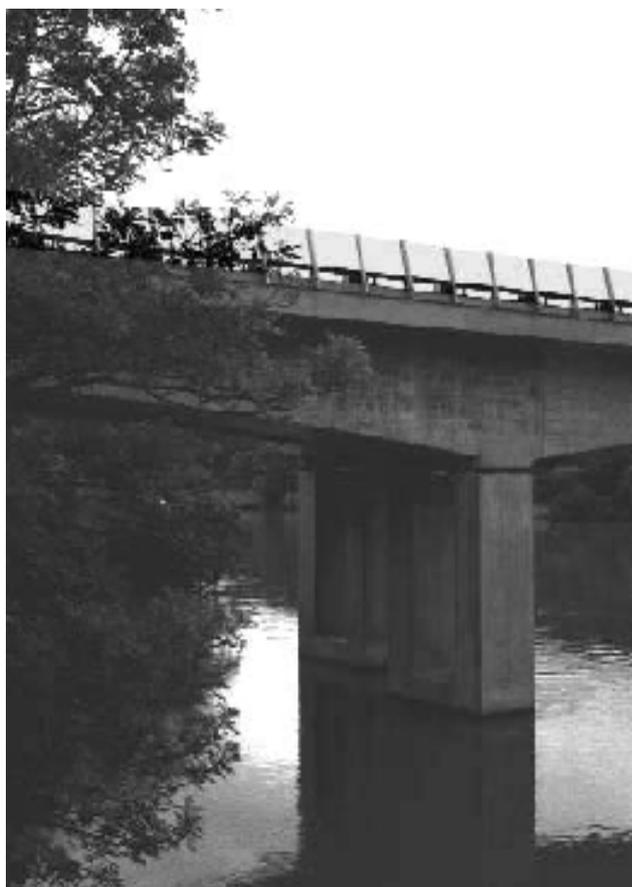
| Routes ou tronçons de route | Limites |
|--|-------------------------------|
| Ain et Écu, avenue et viaduc (Vernier) | Pont Butin au pont de l'Écu |
| Châtelaine, avenue (Vernier) | Av. Golay au pont de l'Écu |
| Fontenette, rue (Carouge) | N° 25 à rue Girard |
| Genève (II), rue (Thônex) | Av. Thônex à douane de Thônex |

Tableau 5 : Canton : routes ou tronçons de route prioritaires de 2^{ème} niveau (ordre alphabétique)

| Routes ou tronçons de route | Limites |
|---|---|
| Bouchet et Meyrin (I), carrefour et rte (Vernier) | Du carrefour Bouchet à chemin de l'Étang |
| Chancy (I), route (Lancy) | Du n° 7 route de Chancy à route du Pont-Butin |
| Chêne-Bougeries, rue (Chêne-Bougeries) | En totalité |
| Communes-Réunies et 1er Août, avenue et place (Lancy) | En totalité |
| De-Montfalcon, rue (Carouge) | En totalité |
| Genève (I), rue (Chêne-Bourg) | Pont de la Seymaz à l'avenue de Thônex |
| Lancy, rue (Carouge) | En totalité |
| Promenades, boulevard (Carouge) | En totalité |
| Saint-Julien (I), route (Carouge) | Place du Rondeau au n° 46 (route de Saint-Julien) |
| Saint-Julien (II), route (Lancy) | Avenue de Lancy à avenue des Communes-Réunies |

Tableau 6 : Canton : routes ou tronçons de route prioritaires de 3^{ème} niveau (ordre alphabétique)

| Routes ou tronçons de route | Limites |
|--|--------------------------------------|
| Ancienne, rue (Carouge) | En totalité |
| Armes, Marché et Saint-Victor, place et rues (Carouge) | En totalité |
| Caroline et Dalphin, rues (Carouge) | Rue de Lancy à place du Marché |
| Casaï (II), avenue (Meyrin) | Chemin Terroux à route de l'Aéroport |
| Peillonnex, rue (Chêne-Bourg) | Rue Perréard à rue Jacquier |
| Pont-Butin (II), route (Lancy) | Rte de Chancy à route du Gd-Lancy |
| Veyrier (I), route (Carouge) | Rue Fontenette à la route de Veyrier |



Méthodes et moyens techniques d'assainissement

Annexe 6

Résumé

Les méthodes et les moyens techniques permettant de réduire l'émission et l'immission du bruit routier proposés ici ont fait l'objet d'études et d'essais dans le terrain. Il s'agit donc d'une approche empirique qui a permis de chiffrer l'efficacité potentielle de chaque mesure ainsi que son coût approximatif.

L'acoustique urbaine est une branche de sciences appliquées en évolution permanente. Les moyens techniques de lutte contre le bruit suivent également cette évolution ; les revêtements antibruit datent de seulement 15 ans et les fenêtres antibruit «actives» sont au stade de prototype. La liste des mesures décrites ici, va sûrement s'élargir, ce qui appelle à la modération quant à l'utilisation systématique des mesures classiques, lourdes.



EFFICACITE DES MESURES TECHNIQUES VISANT A REDUIRE LES EMISSIONS ET LES IMMISSIONS DU BRUIT

Modification du comportement des

conducteurs

En premier lieu, c'est l'élément humain, le comportement des conducteurs, qui influence l'ensemble des composantes techniques responsables de l'émission sonore. En plus de l'état général du véhicule (soin apporté à l'entretien), du choix des équipements (plus ou moins bruyants) et de l'itinéraire (à travers ou hors zones résidentielles), l'émission sonore globale dépend fortement de la manière de conduire. Les essais¹ montrent que le même véhicule léger peut, d'un conducteur à l'autre, produire au démarrage un excès de bruit de 10 dB(A) ; pour les motos du genre «trial» celui-ci peut dépasser 40 dB(A) (Figure 1).

Les conducteurs oublient trop souvent qu'une conduite dite «sportive» est non seulement une source de gêne pour le voisinage mais qu'elle entraîne également une consommation accrue (+ 30%) de carburant², une usure accélérée des pièces du moteur ainsi qu'une détérioration notable du confort à l'intérieur de l'habitacle du véhicule.

Densité du trafic

Le paramètre lié le plus souvent directement à

l'ampleur des nuisances est la densité du trafic dans une rue. On est, par conséquent, intuitivement tenté à envisager un assainissement d'abord par le biais d'une réduction du trafic.

L'efficacité de l'assainissement du bruit routier, **si l'on devait agir uniquement** sur la réduction de la densité du trafic, serait médiocre (Cf. tableau 1 à la page suivante). Un des effets indirects et contradictoires de la réduction du trafic est généralement une augmentation de la vitesse effective et, par conséquent, de l'émission sonore des véhicules³.

La relation entre la vitesse effective d'un véhicule et son émission sonore n'est pas linéaire parce qu'elle dépend du rapport engagé de la boîte de vitesses. Il est donc important que la vitesse autorisée soit adaptée aux conditions de circulation pour que la conduite puisse se dérouler avec un régime gaz/rapport de boîte optimal du point de vue de l'émission sonore (Cf. tableau 2 à la page suivante).

On constate qu'en dessous de 50 km/h, sur des voies de circulation où l'on rencontre une forte proportion (> 10%) de véhicules bruyants (camions, bus ou motos), la réduction de la vitesse apporte peu d'amélioration au niveau de l'émission sonore. Ce phénomène est encore plus prononcé dans un trafic pulsé⁴, au voisinage des carrefours, parce que les véhicules lourds sont nettement plus bruyants en accélération que les véhicules légers.

Tableau 1 : relation entre la réduction du débit des véhicules et le niveau sonore à l'émission (L_{éq} dB(A)), tout autre paramètre restant inchangé

| Réduction du trafic | Gain dB(A) |
|---------------------|------------|
| 10% | 0.5 |
| 20% | 1.0 |
| 30% | 1.5 |
| 50% | 3.0 |
| 70% | 5.0 |



Le niveau d'immission global dépend de la distribution statistique des vitesses ; la contribution à la charge sonore des véhicules rapides étant proportionnellement plus importante que celle des véhicules lents.

l'émission sonore (Figure 3).

La vitesse effective sur un tronçon de route est déterminée par des mesures in situ à partir de la distribution statistique (log-normale) d'un échantillon représentatif de véhicules.

Tableau 2 : relation entre la vitesse effective d'un véhicule dans un trafic fluide et son émission sonore (données expérimentales – CETUR)

| Vitesse effective km/h | Emission* sonore dB(A) | |
|---------------------------|---------------------------|--------|
| | voiture | camion |
| 30 | 57 | 70 |
| 40 | 59 | 70 |
| 50 | 60 | 71 |
| 60 | 61 | 72 |
| 80 | 64 | 74 |
| 100 | 66 | 75 |

Le non-respect de la vitesse maximale autorisée, par une certaine fraction de conducteurs, a toujours pour conséquence une augmentation notable (Figure 2) du bruit⁵. Par conséquent, la réduction de la vitesse limite maximale autorisée sur certaines voies de circulation peut s'avérer moins efficace en terme d'assainissement du bruit routier que les mesures qui permettraient d'assurer le seul respect de celle-là.

L'interdépendance entre la capacité de la voirie, le débit des véhicules, la distribution des vitesses effectives et le régime de circulation est extrêmement complexe ; l'expérience nous apprend que le seul moyen pour connaître les conséquences d'une intervention sur les composantes du trafic par rapport à l'émission sonore est d'effectuer des essais sur chaque site particulier.

Tableau 3 : relation entre le régime de circulation et l'émission sonore ; $L_{eq(horaire)}$ dB(A) à 1 m de la route et à 40 km/h - données expérimentales CETUR

| Régime | Emission sonore dB(A) | |
|----------------|-----------------------|---------|
| | Voitures | Camions |
| Fluide continu | 59 | 70 |
| Pulsé | 61 | 72 |
| Accélééré | 64 | 72 |
| Décélééré | 59 | 63 |

Régime de circulation

Le régime de circulation de la majorité des véhicules et sa relation avec la vitesse moyenne effective sont des paramètres importants pour

Emission sonore des véhicules

Les normes suisses en matière d'émission sonore des véhicules à moteur ont été longtemps plus sévères que les normes européennes.



Le renforcement de ces dernières et leur intégration le 1er octobre 1995 dans l'ordonnance fédérale sur l'équipement technique des véhicules à moteur (OETV)⁶ devront, à terme, permettre une baisse de la charge sonore d'environ 1 dB(A). Ses effets seront ressentis dans environ 10 ans, ce qui correspond au temps nécessaire au renouvellement complet du parc automobile.

Pour que la réduction du bruit à l'homologation soit répercutée sur les véhicules en circulation, la maintenance régulière de ceux-ci est une condition déterminante. Les essais effectués sur des modèles de véhicules identiques de même la marque montrent que l'émission sonore peut varier de plus de 10 dB(A) suivant le degré d'usure de l'échappement⁷. Ainsi, les 2% des véhicules les moins bien entretenus (statistiques de la brigade transports et environnement (BTE) de la gendarmerie genevoise 1993 -1995) sont responsables du 5 à 10% de la charge sonore.

Par conséquent, si le contrôle de l'état général des véhicules n'est pas renforcé, l'échéance pour atteindre l'objectif de réduction de l'émission sonore pourrait être repoussée d'au moins 10 ans supplémentaires.

La BTE a procédé à 700 contrôles sur la voie publique en 1992 et seulement 183 en 1994. La diminution du nombre de contrôles spontanés ou programmés dans le cadre de l'action PEGASE est une conséquence du manque chronique d'effectifs de la gendarmerie genevoise.

Les véhicules appartenant à l'Entreprise des Transports Publics Genevois sont contrôlés par l'office fédéral des transports (OFT).

Bruit des pneumatiques

En tenant compte de l'évolution des moteurs dans le sens d'une économie du carburant et d'une réduction du bruit, les pneumatiques contribueront désormais proportionnellement davantage à l'émission sonore, même dans la circulation urbaine⁸. C'est même la principale source de bruit pour la catégorie des véhicules haut de gamme équipés de pneumatiques larges.

L'émission sonore dépend du dessin, du degré d'usure de la bande de roulement, du type et de l'état du revêtement de la chaussée⁹. On peut cependant observer qu'en règle générale les pneumatiques ayant un dessin comportant des

Tableau 4 : valeurs limites du bruit émis à l'homologation des véhicules neufs L_{max} dB(A) à 7.5 m de distance selon la norme ISO 362

| Catégorie | Année | | | |
|------------------------------|---------------------------|------|------|------|
| | 1977 | 1982 | 1986 | 1995 |
| Cyclomoteurs | 68 | 67 | 66 | 66 |
| Motocycles | < 50 cm ³ | 77 | 76 | 73 |
| | 50 - 125 cm ³ | 81 | 81 | 78 |
| | 125 - 350 cm ³ | 82 | 83 | 80 |
| | 350 - 500 cm ³ | 83 | 85 | 80 |
| | > 500 cm ³ | 84 | 85 | 80 |
| Voitures de tourisme | 80 | 77 | 75 | 74 |
| Voitures automobiles lourdes | < 75 kW | - | - | 80 |
| | 75 - 149 kW | 86 | 84 | 82 |
| | > 150 kW | 88 | 86 | 84 |
| Autocars | < 150 kW | 85 | 82 | 80 |
| | > 150 kW | 87 | 84 | 82 |



rainures profondes sont plus bruyants et, qu'avec l'usure, leur émission sonore augmente (Figure 4).

L'émission sonore des pneumatiques est également un élément de confort à l'intérieur du véhicule¹⁰ - un argument supplémentaire dans la campagne d'incitation des conducteurs à s'équiper de pneumatiques "verts".

Véhicules des transports collectifs et des voiries
Selon l'OPB (annexe 3), les véhicules sont divisés en deux catégories du point de vue de leur émission sonore¹¹ : les véhicules moyennement bruyants (voitures légères, trolleybus, cyclomoteurs) et les véhicules bruyants (camions, semi-remorques, bus, motocycles, véhicules utilitaires et de la voirie). La responsabilité relative ces acteurs du trafic par rapport à la charge sonore dépend des conditions locales de la circulation et doit être déterminée de cas en cas.

Les mesures in situ montrent que pour certaines voies de circulation dont le trafic est inférieur à 10'000 véhicules/jour, une proportion allant jusqu'à 20% de la charge sonore provient des bus de l'Entreprise des Transports Publics Genevois (TPG). A proximité des arrêts, cette proportion peut être supérieure à 30%.

Il faut noter que le parc automobile des TPG est particulièrement bien entretenu et que l'ensemble des véhicules est conforme aux exigences de l'OETV qui étaient en vigueur au

moment de leur acquisition.

Les tramways ne contribuent pas de manière significative à la charge sonore, à l'exception des rues piétonnes du centre-ville dans lesquelles ils sont quasiment la seule source de bruit avec les véhicules de livraison. Ils ne sont cependant jamais responsables du dépassement des valeurs limites d'immission.

Malgré cela, les TPG ont consenti un effort considérable pour améliorer les performances acoustiques du matériel roulant : reprofilage périodique des bandages de roues, insonorisation des climatiseurs, isolation antivibratoire des rails, etc. Les rames de tramways sur la ligne 13 font en moyenne 2 dB(A) de moins en roulant et 6 dB(A) de moins à l'arrêt que les rames sur la ligne 12 non modifiées.

Les véhicules spécialisés de la voirie (nettoyeuses à brosses rotatives, aspirateurs, camions à ordures) sont des sources de bruit lancinant, généralement à cause de leur compresseur et non du moteur. Cependant, bien qu'ils soient souvent l'objet de doléances, la contribution de ces véhicules à la charge sonore globale est faible parce que leur proportion, par rapport à l'ensemble du trafic, est négligeable.

A titre d'exemple, nous citons ici les recommandations¹² du Ministère de l'Environnement français en ce qui concerne

Tableau 5 : niveaux d'émission sonore admissibles des véhicules de la voirie ; Lw = niveau de puissance acoustique par rapport à 1 pWatt

| Genre d'engin de la voirie | Exigence minimale Lw dB(A) | Exigence spéciale 900 tours/min Lw dB(A) |
|---|-------------------------------|--|
| Benne à ordures | 93 | 91 |
| Balayeuse aspiratrice | 91 | - |
| Arroseuse laveuse | 91 | - |
| Balayeuse aspiratrice de trottoirs | 93 | - |
| Arroseuse laveuse de trottoirs | 91 | - |



l'émission du bruit des engins et des véhicules de la voirie. Des concours annuels d'idées, à l'image de ceux organisés en France (Décibel d'Or), pourraient être mis sur pied afin d'inciter les services de voirie à développer des techniques d'insonorisation des véhicules.

Mesures constructives sur la chaussée

Une analyse préalable de chaque tronçon de route soumis à l'assainissement permettra d'identifier l'origine et le mécanisme responsable de l'excès de l'émission sonore. Si les résultats indiquent qu'une intervention efficace à l'émission est possible, les mesures à prendre sur la chaussée pourront être de deux natures :

- Celles qui réduisent indirectement l'émission sonore en incitant une conduite moins bruyante et
- Celles qui réduisent directement l'émission et la propagation du bruit au niveau de la surface de roulement.

Des mesures constructives allant dans le sens d'une modération raisonnable de la vitesse doivent également permettre une circulation plus fluide, ne pas produire de nuisances secondaires indésirables et ne pas être une source de danger pour les usagers.

Seuils de ralentissement

L'efficacité des seuils de ralentissement dépend de leur construction¹³ (hauteur, angle d'attaque, matériaux utilisés) qui détermine la vitesse maximale de roulement.

Leur effet modérateur est élevé (proportionnel au taux de réduction de la vitesse) mais relativement limité dans l'espace sur environ 50 mètres en aval et en amont du seuil.

Le passage des camions vides et des machines agricoles sur les seuils peut produire des bruits de chocs très gênants qui sont souvent l'objet de plaintes des riverains immédiats¹⁴. Les véhicules destinés au transport en commun

subissent des trépidations qui, même à une vitesse réduite, les rendent extrêmement inconfortables pour les usagers. On a pu constater que les seuils sont source de vibrations qui, dans le cas des bâtiments de construction légère et des anciennes maisons avec des planchers en bois sur poutres, peuvent dépasser les niveaux limites de la norme DIN 4150 pour le confort des habitants ou les valeurs admissibles pour les équipements sensibles.

Par conséquent, des seuils de ralentissement ne doivent être implantés que sur certaines voies secondaires et les dessertes de quartiers, avec parcimonie et seulement après une analyse de la composition du trafic et un examen des bâtiments voisins.

Implantation des voies de circulation et des ouvrages

D'autres mesures constructives convenablement dimensionnées (telles que bermes centrales, places de stationnement, pistes cyclables, etc.) permettront d'atteindre l'objectif de modération du trafic par la réduction de la voirie disponible ou de la rupture de perspective (coupant ainsi l'élan engendré par l'absence d'obstacles).

Des résultats probants ont été enregistrés dans certaines rues de Genève, où l'on a constaté une diminution des immissions allant jusqu'à 2 dB(A) (par exemple : la construction d'une berme sur la voie de tramways dans la rue de Carouge, l'implantation du stationnement le long de la rue de la Servette, la rocade du stationnement et de la piste cyclable sur le quai Charles-Page, la construction du refuge de tramways sur le boulevard Georges-Favon, etc.).

Giratoires

Les giratoires ont un effet notable de modération du trafic à l'extérieur de la ville ; tout en améliorant les conditions de sécurité, un gain global de 1 à 2 dB(A) est enregistré généralement sur 50 à 100 mètres en aval et en



amont. La réduction de l'émission du bruit des voitures qui abordent le giratoire en ralentissant (- 5 à - 10 dB(A)) est toutefois en grande partie compensée par l'accroissement du bruit de celles qui accélèrent en le quittant (+ 3 à + 8 dB(A))¹².

Le coût élevé des giratoires limite leur utilisation en tant que mesure d'assainissement du bruit. Ils restent cependant un complément appréciable aux mesures antibruit, aux endroits où d'autres intérêts exigent leur construction.

Revêtements antibruit

Les revêtements antibruit (drainants, macro-rugueux, liants synthétiques, etc.) ont la propriété de réduire l'émission du bruit produite par des phénomènes de frottement, des effets de «pompage» et d'«orgue». Ils se caractérisent en même temps par un coefficient d'absorption du bruit plus élevé que les revêtements classiques, ce qui a pour conséquence une sensible atténuation de la réverbération dans les rues confinées (Figure 5).

Leur efficacité acoustique^{15,16}, exprimée par une réduction du bruit mesuré à l'immission à 7.5 mètres du bord de la chaussée (norme ISO 362), se situe entre 2 à 7 dB(A) par rapport aux revêtements bitumineux ordinaires. Les tronçons tests sur le réseau routier urbain prouvent que, même à faible vitesse (40 à 60 km/h), on peut atteindre au minimum un gain de 2 dB(A). Le cadastre du bruit routier à Genève montre que si on applique systématiquement des revêtements antibruit sur les routes qui dépassent les valeurs d'alarme, ceci suffira pour réduire de 4/5 le nombre initial de façades à isoler acoustiquement !

Dans la planification des assainissements on doit tenir compte du fait que des revêtements antibruit posent un problème d'entretien à cause du colmatage des pores par des salissures ; ils demandent périodiquement un nettoyage particulier avec un équipement adapté. Ils ont

aussi une résistance plus faible aux sollicitations mécaniques (cisaillement, tassement et orniéage) et, donc, une durée de vie fonctionnelle réduite de 10 à 20% par rapport aux revêtements classiques. Le surcoût de production et de pose se situe dans la fourchette de 12 à 25 F/tonne (environ 1 à 2 F/m²).

Les expériences menées avec des enrobés drainants sur des ouvrages d'art ont mis en évidence une tendance à l'apparition précoce du verglas. Dans certaines conditions de formation du gel, ils présentent un danger accru parce que le traitement avec de la saumure est moins efficace que sur des revêtements classiques. Ces défauts propres aux enrobés drainants ne doivent pas être généralisés à tous les revêtements antibruit.

Un faible accroissement de la fréquence des accidents de la route a été constaté aux endroits de transition entre deux types de revêtements ; il s'agit vraisemblablement de l'effet de surprise dû à d'un changement soudain d'adhérence.

Exploitations des circulations

Les mesures de gestion des circulations, élaborées dans le cadre du plan de circulation C 2000, découlent du plan des mesures de la protection de l'air¹⁷.

Cependant, localement ces mesures seules ne seront pas suffisantes pour satisfaire les exigences de l'OPB à l'échéance légale ; elles doivent donc être renforcées par d'autres mesures plus spécifiques au problème des nuisances sonores¹⁸.

Au moment de la mise en oeuvre des actions concrètes définies par le Plan des mesures, l'autorité compétente (département de justice et police et des transports - DJPT) veillera à assurer leur cohérence et la coordination avec le plan des mesures OPair ainsi qu'avec les mesures complémentaires décidées au cours du suivi du plan des mesures¹⁹.



Les interventions préconisées au niveau de la gestion des circulations ont des effets sur les émissions sonores (et par conséquent sur les immissions) par le biais d'une limitation de la densité du trafic sur certaines voies, de la vitesse effective et de la maîtrise du régime de circulation. Le gain escompté, pour ce qui est de la qualité de l'environnement sonore dans les quartiers résidentiels où ces mesures seront appliquées, sera proportionnel au taux de réduction du trafic à condition que des mesures empêchant tout excès de vitesse soient également prises.

Dans les quartiers disposant déjà d'un trafic réglementé de cette manière²⁰ on atteint une charge sonore : $L_r(\text{jour}) = 55$ à 60 dB(A), $L_r(\text{nuit}) = 40$ à 45 dB(A). Il est vraisemblable que dans les agglomérations comportant un tissu dense de voies de circulation on ne pourra pas abaisser davantage le bruit diffus résiduel (bruit de fond), l'immission sonore étant régie principalement par la diffusion du bruit provenant des rues à la périphérie du quartier.

L'ampleur du phénomène varie en fonction de l'intensité de l'émission sonore, du gabarit des bâtiments, de la largeur des rues pénétrantes et des caractéristiques acoustiques des façades.

Carrefours et files d'attente

Des mesures de gestion du trafic doivent être prises avec précaution afin d'éviter les effets négatifs de «proximité du carrefour»²¹. Sous cette dénomination il faut comprendre une modification du bilan global des émissions sonores suite à l'implantation d'un carrefour ou de la signalisation lumineuse.

Dans les cas défavorables : passage d'un régime fluide en régime pulsé (arrêt - attente - démarrage - accélération), cet effet peut être estimé à environ + 2 dB(A). A contrario, dans le cas où une signalisation judicieusement installée contribue à modérer la circulation, un effet positif (allant jusqu'à - 2 dB(A)) a été constaté. Pour cette raison, ainsi que pour réduire la

pollution olfactive des gaz d'échappement, on évitera de localiser au voisinage d'habitations des files d'attente nécessaires à la gestion des circulations.

Signalisation lumineuse

La signalisation lumineuse peut être gérée de manière à ce qu'elle contribue à la réduction des émissions sonores du trafic routier. La complexité du système qui doit être considéré comme faisant partie intégrante d'un réseau et non un élément isolé, ainsi que le coût de l'équipement (y compris le coût des lignes de télécommande, de l'entretien et de l'exploitation) rendent inappropriée son utilisation pour résoudre les problèmes ponctuels de nuisances sonores.

Certaines solutions, comme l'adaptation active de la signalisation en fonction de la vitesse des véhicules individuels²², sont à explorer. Le principe de ce dispositif est de favoriser les véhicules roulant à la vitesse limite, ou légèrement en dessous de celle-ci, en synchronisant la signalisation de manière à leur permettre un parcours sans arrêt aux feux. Les résultats des mesures montrent, en comparaison avec les valeurs théoriques (les immissions antérieures à l'installation n'étant pas déterminées par des mesures), que cet équipement pourrait apporter un gain allant jusqu'à 2 dB(A).

Pistes cyclables et voies réservées pour les TPG
Les résultats obtenus par une implantation judicieuse des pistes cyclables²³ montrent un abaissement de 3 dB(A) consécutif à la rocade entre les places de stationnement (actuellement au milieu de la chaussée) et la piste cyclable. Cette modification, qui implique une légère réduction de la voirie disponible, a également pour conséquence une meilleure sécurité pour les deux roues, protégés du trafic par des véhicules parkés (Figure 8).

Dans les habitations situées le long de certaines voies de circulation, suite à une série de



réorganisations de la chaussée, les riverains bénéficient d'une baisse perceptible de la charge sonore depuis quelques années. La réservation d'une voie pour les TPG par sens de circulation, la réduction du nombre de voies pour le trafic individuel, la création de places de stationnement et l'éloignement du barycentre de trafic par rapport aux façades ont permis une réduction des immissions allant jusqu'à 2 dB(A) (Figure 6). La capacité globale de la voirie n'est pas pour autant notablement diminuée parce que généralement limitée par celle des carrefours. Les valeurs d'alarme étant ainsi respectées²⁴, le propriétaire de l'installation n'aurait plus d'obligation d'isoler les bâtiments touchés.

Modération des circulations

L'aménagement des carrefours avec la priorité à droite, qui exige de la part des conducteurs une attention plus soutenue, serait en principe recommandé en tant que mesure de modération allant dans le sens d'une diminution de l'émission sonore.

La création des zones «30 km/h» dans les quartiers caractérisés par une forte densité d'habitations pourrait être favorable à l'assainissement du bruit routier. Cependant, la marge d'abaissement de la vitesse demeurant faible, les effets seraient rarement spectaculaires.

En fait, les enquêtes montrent que, dans la ville, on a souvent tendance à surestimer la vitesse moyenne réelle de la circulation²⁵. Par conséquent, la réduction de la vitesse limite de 50 à 30 km/h aurait pour conséquence une réduction de la vitesse effective de la majeure partie des véhicules de 5 à 10 km/h seulement.

Une analyse quantitative de la contribution à l'émission sonore des acteurs du trafic est nécessaire avant de prendre toute décision de restriction de circulation pour certaines catégories de véhicules. Dans la mesure où cette décision ne met pas en péril l'activité économique du quartier, une limitation du

transit des véhicules bruyants est une mesure très efficace, peu onéreuse et facile à mettre en oeuvre sur le plan des équipements nécessaires. On a constaté, par exemple, que la suppression du trafic des camions, complétée par un aménagement des places de stationnement au bord de la voie, permet une réduction des immissions jusqu'à 5 dB(A)²⁶.

Mesures sur le chemin de propagation

L'efficacité d'une barrière acoustique se situe généralement en dessous de 10 dB(A), pouvant atteindre 10 à 15 dB(A). C'est la hauteur relative de l'arête supérieure de l'écran qui est déterminante pour la valeur de l'atténuation ; la forme de l'écran, par contre, n'est pas essentielle. En théorie, un gain de 5 dB(A) peut déjà être atteint par un écran qui cache tout juste la source de bruit (Figure 7).

Pour les voitures légères, l'émission sonore de la source virtuelle (la moyenne entre les émetteurs principaux que sont les pneumatiques et le moteur) se situe approximativement à 50 cm de la surface de roulement. Les conditions nécessaires pour qu'un écran soit efficace sont que la hauteur et le rapport d'aspect de l'écran (rapport de la longueur et de la distance source/récepteur) soient suffisants. L'atténuation du bruit par des écrans d'une longueur trop faible (c'est-à-dire inférieure à 5 fois la distance écran/récepteur) chute rapidement afin de devenir une fraction de l'atténuation théorique.

Pour être admis comme tels, les écrans doivent avoir des performances acoustiques minimales requises par l'OFR²⁷. Des écrans réfléchissants sont acceptables dans certains cas, mais seulement si on a vérifié qu'ils ne contribuent pas à augmenter les immissions au niveau des d'habitations d'en face (l'accroissement des immissions par des réflexions est de l'ordre de 1 à 3 dB(A)).

Le coût²⁸ d'un écran antibruit se situe entre 300 et 1 000 F/m². Le rapport coût/utilité de ce genre de mesure de protection contre le bruit peut



être sensiblement amélioré s'il est intégré dans des constructions utilitaires (Cf. annexe 7).

Mesures constructives et d'aménagement
L'expérience acquise permet d'affirmer que les instruments d'aménagement local permettent de réduire le niveau d'exposition au bruit dans les zones à bâtir plus efficacement que n'importe quelle autre mesure d'assainissement prise a posteriori²⁹.

Le changement d'affectation de bâtiments existants, envisagé par l'OPB dans les cas d'une forte exposition aux nuisances et d'impossibilité d'effectuer un assainissement, est une solution inadaptée pour Genève. L'importance du parc immobilier concerné et la conjoncture économique du moment rendent cette mesure financièrement et politiquement inacceptable.

Pour les bâtiments nouveaux et les grandes opérations, les contraintes de bruit peuvent et doivent être prises en compte dès la planification. En faisant appel à des particularités typologiques ou en intervenant sur l'indice d'utilisation et sur l'étagement des bâtiments, il est possible de limiter totalement ou partiellement l'usage du système de protection. Lorsque la topographie le permet, une modulation judicieuse de l'indice d'utilisation des zones à bâtir peut rendre partiellement, voire complètement inutiles, des mesures de protection contre le bruit.

Dans le cas de bâtiments nouveaux isolés, de surélévation ou d'ajouts, dans les zones fortement exposées au bruit, il est possible de répondre techniquement aux exigences de l'OPB. Les frais inhérents à de telles mesures sont à la charge du propriétaire foncier et non du propriétaire de l'installation fixe génératrice de bruit.

Une électrification des lignes de bus en lignes de trolleybus sur les axes fortement atteints par le bruit est une mesure souhaitable mais économiquement difficile à supporter aussi bien

en ce qui concerne le matériel roulant (approximativement 2 à 3 fois plus coûteux) que l'entretien du réseau d'alimentation en énergie.

Une rame de tramways peut transporter autant de passagers que 190 à 230 voitures individuelles ; en terme d'émission sonore ceci correspond à une réduction de 17 à 20 dB(A) pour la même prestation quantitative.

En outre, les équipements fixes des lignes de tramways, judicieusement placés afin de rompre la perspective d'une voie de circulation (rails et abris sur berme centrale³⁰), sont des éléments modérateurs du trafic efficaces.

Le transfert modal des voitures individuelles vers les bus ne devrait avoir un effet marqué sur l'émission sonore globale qu'à partir d'un taux de véhicules supérieur à 20%. Les raisons d'une moindre efficacité de cette mesure sont, d'une part, une capacité plus faible des bus que celle des tramways (d'un facteur de 2) et, d'autre part, l'émission sonore des bus à l'exploitation (mesurée sur des véhicules actuellement en service) approximativement 6 à 10 x plus élevée que celle des voitures légères.

Isolation acoustique

L'efficacité minimale d'une isolation doit être conforme aux exigences définies dans l'annexe I de l'OPB en fonction des niveaux d'évaluation L_r du bruit extérieur.

Les fenêtres équipées de vitrages isolants ordinaires perdent leur efficacité dès qu'elles sont entrouvertes (50% d'isolation en moins pour une ouverture qui représente 1% de la surface totale). Par conséquent, il devrait être possible d'aérer la pièce tout en garantissant une protection suffisante contre le bruit.

Les dispositifs adéquats disponibles sur le marché (chicanes acoustiques incorporées dans les cadres des fenêtres, avec ou sans ventilation mécanique) permettent d'assurer un apport d'air suffisant sans perte sensible d'efficacité



acoustique³¹.

Les fenêtres isolantes, dont la pose sera exigée, doivent également être conformes au règlement cantonal et aux normes en vigueur sur l'isolation thermique des bâtiments.

On peut, en gros, différencier deux catégories de constructions : les bâtiments d'avant 1930 et les bâtiments contemporains.

Les possibilités d'intervenir sur les premiers sont assez limitées. Poser des doubles fenêtres est une solution traditionnellement utilisée pour résoudre les problèmes thermiques. Elle permet d'atteindre un degré d'isolation acoustique comparable aux doubles vitrages isolants (indice d'affaiblissement acoustique $R'w$ compris entre 35 et 45 dB), sans modifier l'aspect extérieur des façades.

En outre, les doubles fenêtres permettent de moduler, dans une certaine mesure, l'apport d'air selon la demande et en fonction de l'intensité des immissions sonores.

Les immeubles contemporains offrent plus de diversité dans les moyens d'action du fait qu'ils ont pu bénéficier des techniques de construction actuelles et de matériaux récents³².

Notes

- 1 ECOTOX - rapport de stage de Stéphanie BRAUD, 1996
- 2 Données d'expertises effectuées par le centre technique du TCS à Emmen, 1995
- 3 L'accroissement spontané de la vitesse moyenne des véhicules de nuit a souvent pour conséquence une augmentation sensible de l'émission du bruit.
- 4 CETUR, Préviation des niveaux sonores, Paris 1980
- 5 Sur le boulevard du Pont-d'Arve, bien que la vitesse moyenne soit seulement de 39 km/h, le 40% de l'énergie sonore (nuisances) provient de 30% de véhicules qui ne respectent pas la limite de 50 km/h ; sur la route de Chancy, le 70% de l'énergie sonore est apporté par le 60% de véhicules roulant plus vite que les 60 km/h autorisés, ECOTOX, 1995
- 6 Ordonnance sur l'équipement technique des véhicules OETV de 1992, modifiée le 1er octobre 1995
- 7 Travail de stage de Stéphanie BRAUD, ESIGEC, Potentiel de l'assainissement du bruit routier, Genève, 1996
- 8 ETHZ - Rapport S 814 de 1985
- 9 J. G. Migneron - Acoustique urbaine, Montréal, 1980
- 10 Brochures du TCS - Pneus d'été et pneus d'hiver, 1997
- 11 OPB - annexe 3
- 12 Matériaux communaux et tranquillité publique - Paris, 1990
- 13 Normes VSS 640-289 à 640-285
- 14 Rapports ECOTOX No 12909 - La Petite Grave (1992) et No 15947 - rte d'Hermance 515, 1994

Tableau 6 : exigences en matière d'isolation acoustique des fenêtres ; L_r = niveaux d'exposition au bruit, $R'w$ = indice d'affaiblissement acoustique

| $L_r(\text{jour})$ dB(A) | $L_r(\text{nuite})$ dB(A) | $R'w$ dB |
|-----------------------------|------------------------------|----------|
| <65 | <60 | 30 |
| 65 - 75 | 60 - 70 | 35 |
| > 75 | > 70 | 40 |



- 15 Rapport ECOTOX No 9147 - Tests d'efficacité des revêtements antibruit - chemin Mennesy, 1987
- 16 Grolimund & Petermann SA, Revêtements drainants sur les autoroutes - Neuchâtel, 1995
- 17 Assainissement de l'air à Genève au sens de l'article 31 de l'OPair - plan des mesures du 27 mars 1991
- 18 Une réduction préconisée du trafic au centre-ville de 30% aura au mieux pour effet une diminution des immissions de 1.5 dB(A), ce qui est insuffisant pour les 80% (56 km) de voies de circulation dépassant les valeurs limites correspondant au degré de sensibilité III.
- 19 Rapport du suivi du plan des mesures au sens de l'article 31 de l'OPair - état 1995
- 20 Exemple du quartier des Grottes
- 21 R. Hofmann EMPA - Lärmbelastungskataster, Kommunalmagazin 1/89, Zürich
- 22 Exemple d'un tronçon de la route de Lancy
- 23 Exemple du quai Charles-Page
- 24 Exemple de la rue de la Servette
- 25 Exemples : boulevard du Pont d'Arve vmoy = 39 km/h, rue Plantamour vmoy = 29 km/h, etc.
- 26 Exemple : rue Leschot, résultats des mesures prises entre 1983 et 1993
- 27 Un indice d'affaiblissement acoustique R'w (atténuation du bruit transmis) de 28 dB et un coefficient d'absorption (atténuation du bruit réfléchi) supérieur à 80% dans la gamme des fréquences de 500 à 2000 Hz
- 28 Grolimund & Petermann, Lärmschutzwand, Bern, 1995
- 29 «Recherche de solutions urbanistiques et constructives par rapport aux nuisances sonores dans les périmètres de la zone de développement 3», Ville de Genève et A. Beati, 1995
- 30 Exemple du boulevard Georges-Favon, entre la rue de Stand et le quai de la Poste
- 31 Grolimund & Petermann SA, catalogue des fenêtres acoustiques, Berne, 1994
- 32 Dossier d'exemples de constructions dans des zones exposées au bruit - Police des constructions & ECOTOX, 1995



Mesures constructives sur la voie de propagation

Annexe 7

Résumé

Au cours des années, les spécialistes ont acquis une grande expérience des ouvrages et des constructions servant à limiter la propagation du bruit. On est donc en mesure de pronostiquer avec une bonne précision l'atténuation d'un parapet, d'une butte ou d'une façade-écran.

Cependant, des effets secondaires indésirables de ces réponses au problème du bruit sont devenus évidents. Il n'est plus admissible d'accentuer davantage la rupture que présentent dans le paysage les routes à grand trafic. La spécialisation des espaces, confirmée par des constructions de bâtiments «blindés», est contraire au principe que la rue doit rester un lieu d'échange («la rue n'est pas la route»). Si toutefois ce genre de solution doit être employé en dernier ressort, il est important d'évaluer avec attention tous les impacts, positifs et négatifs : sur l'environnement, l'urbanisme, la sécurité, etc.



MESURES SUR LE CHEMIN DE PROPAGATION

Après la source, les mesures de protection contre le bruit passent par des solutions d'écrans tels que de simples murs, qui ne conviennent guère à la vie urbaine, des bâtiments de type commercial, ou des bâtiments de logements isolés phoniquement et dotés d'une typologie adaptée.

Ecrans de type mur



Avantages :

Par principe efficace (jusqu'à 12 à 15 dB(A))
Solution simple

Inconvénients :

Fort impact sur le site
Inapplicable en ville
Spécialisation des espaces, avec comme effet pervers de perdre de vue la nécessité de traiter le bruit à la source et de rendre l'artère impropre aux piétons
Forte barrière architecturale
Réflexion, avec amplification du bruit
Coût relativement important (300 à 1 000 F/m²)

Écran par mise en forme du terrain, butte de terre



Avantages :

Efficace (jusqu'à 5 à 10 dB(A))
Simple
Coût relativement modéré (100 à 500 F/m²)

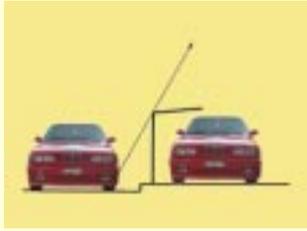
Inconvénients :

Modification de la topographie
Exclu en milieu urbain
Spécialisation des espaces
Emprise importante
Exige un entretien régulier

Ces deux premiers écrans sont des écrans "inertes", dont la seule fonction est de protéger les espaces situés derrière. Ils n'ont pas d'autres fonctions et tendent à devenir, en raison de leur principe unique, des barrières entre les espaces au lieu d'être des éléments de transition. Ce que l'on gagne en charge sonore, on le perd en qualité d'utilisation et d'espace.



Écran utilitaire (parking semi-couvert, etc.)



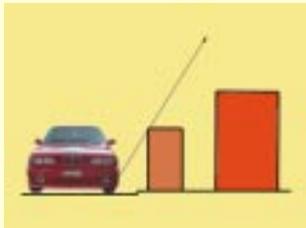
Avantages :

Efficace (jusqu'à 5 à 10 dB(A))
 Coût modéré, en grande partie rentabilisé par le loyer
 Maintien de la rue en tant que lieu d'échange convivial
 Élément de transition entre les espaces par une fonction active d'échange
 Rue ouverte : le bruit n'est pas confiné ou amplifié

Inconvénients :

Tributaire de la demande des places de stationnement payantes

Écran par implantation à front de rue d'un immeuble commercial bas



Avantages :

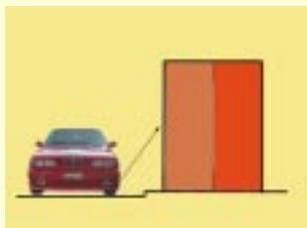
Efficace (jusqu'à 10 à 15 dB(A))
 Maintien de la rue en tant que lieu d'échange convivial
 Élément de transition entre les espaces par une fonction active d'échange
 Rue ouverte : le bruit n'est pas confiné ou amplifié
 Coût de mesure antibruit spécifique faible

Inconvénients :

Urbanisme particulier
 Tributaire de la demande en espaces commerciaux

Ce système de protection contient les éléments de la solution idéale. Toutefois, il détermine un urbanisme particulier et ne peut être généralisé avec le seul argument de protection phonique.

Écran par affectation commerciale à front de rue



Avantages :

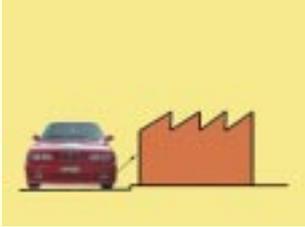
Efficacité importante (jusqu'à 15 à 20 dB(A))

Inconvénients :

On isole le logement des lieux d'échanges et d'activités, qui sont des aspects de la vie urbaine
 Risque de surproduction de locaux commerciaux
 Logements mono-orientés



Écran par implantation de bâtiments industriels et commerciaux à front de rue



Avantages :

Efficacité importante (jusqu'à 15 à 20 dB(A))

Tolérance de 5 dB(A) pour des locaux d'activité

La relation d'échange liée à la rue est maintenue au niveau rue-commerce

Écran actif : maintien de la vie et des activités dans ces espaces intermédiaires

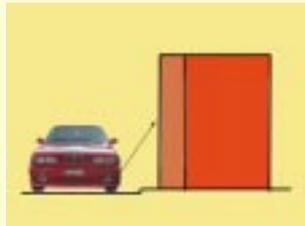
Inconvénients :

On isole le logement des lieux d'échanges et d'activités, qui sont des aspects de la vie urbaine

Risque de surproduction de locaux commerciaux

Cette solution n'est envisageable que dans les zones périurbaines le long des grands axes

Bâtiments de logements à typologies particulières



Avantages :

Écran actif par des espaces peu sensibles au bruit, mais qui participent aux logements

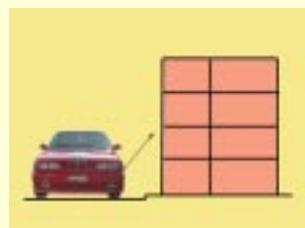
Maintien ou possibilité de maintenir la relation rue-logement

Inconvénients :

Création de rues-couloirs et amplification du bruit (réverbération)

Spécialisation des espaces en gardant la rue comme espace «insalubre» et risque de donner un aspect de «blindage» aux bâtiments

Bâtiments de logements à typologies adaptées



Avantages :

Maintien d'un logement normal

Maintien de l'aspect urbain et de la notion de vie urbaine

Bonne relation logement-rue

La rue garde sa fonction de lieu d'échange et n'est pas spécialisée en artère

Maintien de la diversité des fonctions et des espaces

Inconvénients :

Les logements sont obligatoirement de type traversant

Ce type de bâtiment doit être équipé d'un système de protection phonique (voir isolation phonique)

Typologie des logements particulière.



Coût de l'assainissement du bruit routier

Annexe 8

Résumé

En l'état, les frais occasionnés par l'assainissement du bruit routier ne peuvent être calculés avec une précision souhaitée que pour les mesures spécifiques, usuelles (écrans antibruit, fenêtres isolantes) qui, selon le concept du plan des mesures, ne doivent être employées qu'en dernier ressort.

Pour cette raison, les montants avancés dans ce document doivent être considérés uniquement comme indicatifs. Le coût final global sera d'autant plus faible qu'on sera en mesure de mettre en œuvre l'ensemble des méthodes et des moyens d'assainissement les mieux adaptés dans un processus de management de l'environnement sonore.



Annexe 8a - Routes nationales

| Commune | Tronçon km | Lieu | >VLI | Mesure | Coût F | Allègements (?) |
|-----------------|-------------|--|------|------------------------------|----------------|-----------------|
| Versoix | 1 | 0.30 à la hauteur d'Ecogia | non | revêtement antibruit | 12000 | non |
| Versoix | 2 | 0.20 à la hauteur du chemin de la Fernasse | non | revêtement antibruit | 8000 | non |
| Versoix | 3 | 0.30 pont sur la Versoix (Richelien) | oui | écran sur le pont | 780000 | oui |
| Collex-Bossy | 4 | 0.50 à la hauteur du Crest-d'El | non | revêtement antibruit | 20000 | non |
| Bellevue | 5 | 0.30 à la hauteur de Colovrex | non | revêtement antibruit | 12000 | non |
| Pregny-Chambésy | 6 | 0.10 à la hauteur du 95 ch. de Valérie | oui | écran + fenêtres acoustiques | 140000 | oui |
| Pregny-Chambésy | 7 | 0.10 à la hauteur du 5 ch. Joli-Bois | oui | écran + fenêtres acoustiques | 140000 | oui |
| Grand Saconnex | 8 | 0.40 à la hauteur des ch. Préjins | non | revêtement antibruit | 16000 | non |
| Meyrin | 9 | 0.12 à la hauteur du 10 ch. Riant-Bosquet | oui | écran antibruit | 160800 | non |
| Total F | 2.02 | | | | 1276800 | |



Annexe 8b (1) - routes cantonales

| Commune | Routes | km | Coût estimé F (-< fourchette ->) | Observations | Mesures |
|---------------------------|------------------------|-----|-------------------------------------|--|---------|
| Aire-la-Ville | RC 81 | 0.1 | 65000 | 97500 3 façades > VLI DS III | E |
| Anières | RC 1, 20 | 2.6 | 631800 | 908700 111 façades > VLI DS II | ER |
| Avully | RC 70, 85 | 0.2 | 43500 | 63000 6 façades > VLI DS III | ER |
| Avusy | RC 68, 69 | 0.2 | 43500 | 63000 4 façades > VLI DS III | ER |
| Bardonnex | RC 43 | 0.3 | 48300 | 67800 maisons isolées > VLI DS II | ER |
| Bellevue | RC 8 | 0.5 | 1117000 | 1657200 16 façades > VA, 109 façades > VLI DS II | EFR |
| Bernex | RC 4, 67 | 1.5 | 2424000 | 3605700 7 façades > VA, 120 façades > VLI DS III | EFR |
| Carouge | RC 3, 28 | 1.8 | 960000 | 1141200 35 façades > VA, 368 façades > VLI DS III | FR |
| Cartigny | RC 72 | 0.4 | 142000 | 207000 centre village + maisons isolées > VLI DS II | ER |
| Céigny | | 0.1 | 39000 | 58500 maisons isolées > VLI DS II | ER |
| Chancy | RC 4 | 0.5 | 67000 | 93000 2 façades > VLI DS III, 55 façades > VLI DS II | ER |
| Chêne-Bougeries | RC 2, 24, 25 | 3.4 | 2778000 | 4015200 43 façades > VA, 197 façades > VLI DS III | EFR |
| Chêne-Bourg | RC 2, 57, 59 | 2.3 | 2229000 | 3285000 9 façades > VA, 102 façades > VLI DS III | EFR |
| Choulex | RC 21 | 0.4 | 90000 | 129000 12 façades > VLI DS III | ER |
| Collex-Bossy | RC 36 | 0.2 | 45000 | 64500 maisons isolées > VLI DS II | ER |
| Collonge-Bellerive | RC 1, 20 | 4.2 | 4140000 | 6128400 20 façades > VA, 600 façades > VLI DS II | EFR |
| Collogny | RC 1, 21 | 3.2 | 1924000 | 2835600 290 façades > VLI DS II | EFR |
| Confignon | RC 4, 67 | 0.8 | 474000 | 696600 9 façades > VA, 79 façades > VLI DS III | EFR |
| Corsier | RC 1, 20 | 0.5 | 1206800 | 1798500 7 façades > VA, > 176 façades > VLI DS II | EFR |
| Genthod | RC 8 | 1.9 | 807100 | 1174350 5 façades > VA, 70 façades > VLI DS II | EFR |
| Grand-Saconnex | RC 7 | 0.8 | 921400 | 1349700 11 façades > VA, 169 façades > VLI DS III | EFR |
| Hermance | RC 20 | 1.6 | 289800 | 410700 44 façades > VLI DS II | ER |
| Jussy | | 0.0 | 39000 | 58500 maisons isolées > VLI DS II | ER |
| Lancy | RC 3, 4, 29, 30, 38 | 6.0 | 7409000 | 10621500 120 façades > VA, 609 façades > VLI DS III | EFR |
| Meinier | | 0.0 | 65000 | 97500 maisons isolées > VLI DS II | ER |
| Meyrin | RC 6, 34 | 2.4 | 2460500 | 3603150 32 façades > VA, 283 façades > VLI DS III | EFR |
| Onex | RC 4, 29 | 1.8 | 1164000 | 1698000 35 façades > VA, 102 façades > VLI DS III | EFR |



Annexe 8b (2) - routes cantonales

| | | | | | | |
|------------------------|----------------------|-----|----------|----------|--|-----|
| Perly-Certoux | RC 3 | 1.1 | 317000 | 451800 | 3 façades >VA, 19 façades >VLI DS III | ER |
| Plan-les-Ouates | RC 3, 40 | 1.2 | 1062000 | 1501200 | 33 façades >VA, 66 façades >VLI DS III | EFR |
| Pregny-Chambésy | RC 8 | 1.8 | 1091000 | 1583100 | 11 façades >VA, 130 façades >VLI DS II | ER |
| Puplinge | RC 23, 56 | 0.8 | 130000 | 195000 | maisons isolées >VLI DS II | ER |
| Russin | RC 31 | 0.0 | 65000 | 97500 | maisons isolées >VLI DS II | ER |
| Satigny | RC 31, 74 | 0.3 | 106000 | 144900 | 4 façades >VA, 6 façades > VLI DS III | EFR |
| Thônex | RC 2, 23, 24, 58, 59 | 4.7 | 639000 | 886800 | 2 façades >VA, 112 façades >VLI DS III | ER |
| Troinex | | 1.0 | 65000 | 97500 | maisons isolées >VLI DS II | ER |
| Vandoeuvres | RC 22, 54 | 2.0 | 503500 | 722850 | 60 façades >VLI DS III, 265 façades >VLI DS II | EFR |
| Vernier | RC 5, 6, 33, 38, 75 | 5.0 | 7496000 | 10907400 | 134 façades >VA, 628 façades >VLI DS III | EFR |
| Versoix | RC 8 | 2.7 | 3120700 | 4480950 | 93 façades >VA, 265 façades >VLI DS III | EFR |
| Veyrier | RC 25, 26, 61 | 2.0 | 151000 | 196500 | 19 façades >VLI DS III | ER |
| Total F | | 60 | 46369900 | 67194300 | | |



Annexe 8c - routes communales

| Commune | Routes | km | Coût estimé F (<- fourchette ->) | Observations | Mesures |
|-----------------|--------------------|-------------|-------------------------------------|--|---------|
| Bernex | RCP 2 | 1.4 | 627000 | 47 façades > VLI DS III | ER |
| Carouge | c.f. cadastre | 7.8 | 234000 | 285 façades > VLI DS III | ER |
| Chêne-Bougeries | RCP 6, 8 | 0.2 | 1215000 | 153 façades > VLI DS II | ER |
| Chêne-Bourg | RCP 3, 4, 6, 7, 11 | 0.2 | 201000 | 11 façades > VLI DS III | ER |
| Collogny | RCP 2 | 0.8 | 260600 | 26 façades > VLI DS II | ER |
| Genève | c.f. cadastre | 70.0 | 38280000 | 1210 façades > VA, 7300 façades > VLI DS III | RF |
| Grand-Saconnex | RCP 2, 4, 7 | 1.4 | 503500 | 47 façades > VLI DS III | ER |
| Lancy | RCP 2, 3, 5, 8 | 1.2 | 1696100 | 150 façades > VLI DS III | ER |
| Meyrin | RCP 9 | 0.2 | 84000 | 13 façades > VLI DS III | ER |
| Onex | RCP 1, 4 | 0.1 | 211000 | 19 façades > VLI DS III | ER |
| Pregny-Chambésy | RCP 1, 3 | 2.2 | 1106000 | 124 façades > VLI DS II | ER |
| Thônex | RCP 1, 3, 4 | 0.1 | 536000 | 41 façades > VLI DS II | ER |
| Vandoeuvres | RCP 1, 3 | 1.2 | 738000 | 95 façades > VLI DS II | ER |
| Vernier | c.f. cadastre | 2.2 | 748800 | 9 façades > VA, 117 façades > VLI DS III | ERF |
| Versoix | RCP 3, 4 | 1.1 | 576400 | 68 façades > VLI DS II | ER |
| Veyrier | RCP 1, 6 | 0.2 | 110000 | 7 façades > VLI DS III | ER |
| Total F | | 90.3 | 47127400 | 59020800 | |



Figure 1

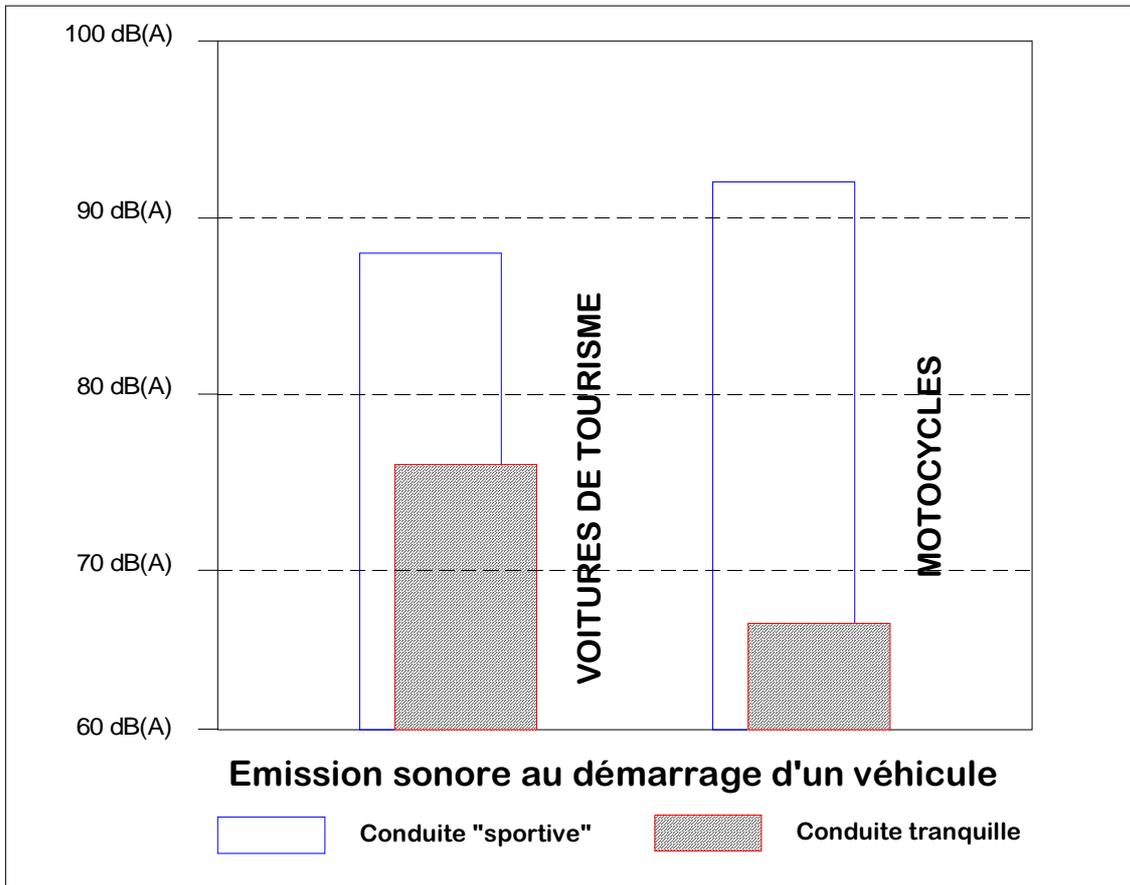


Figure 2

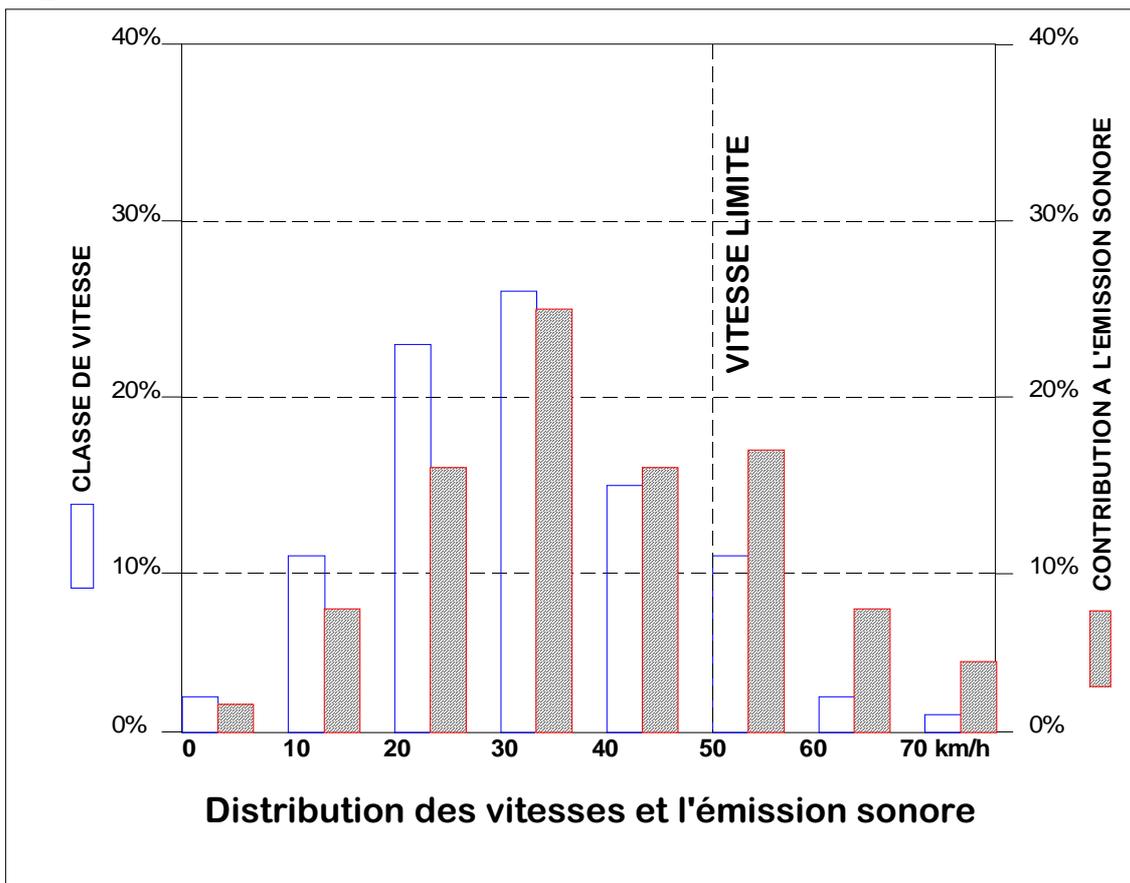




Figure 3

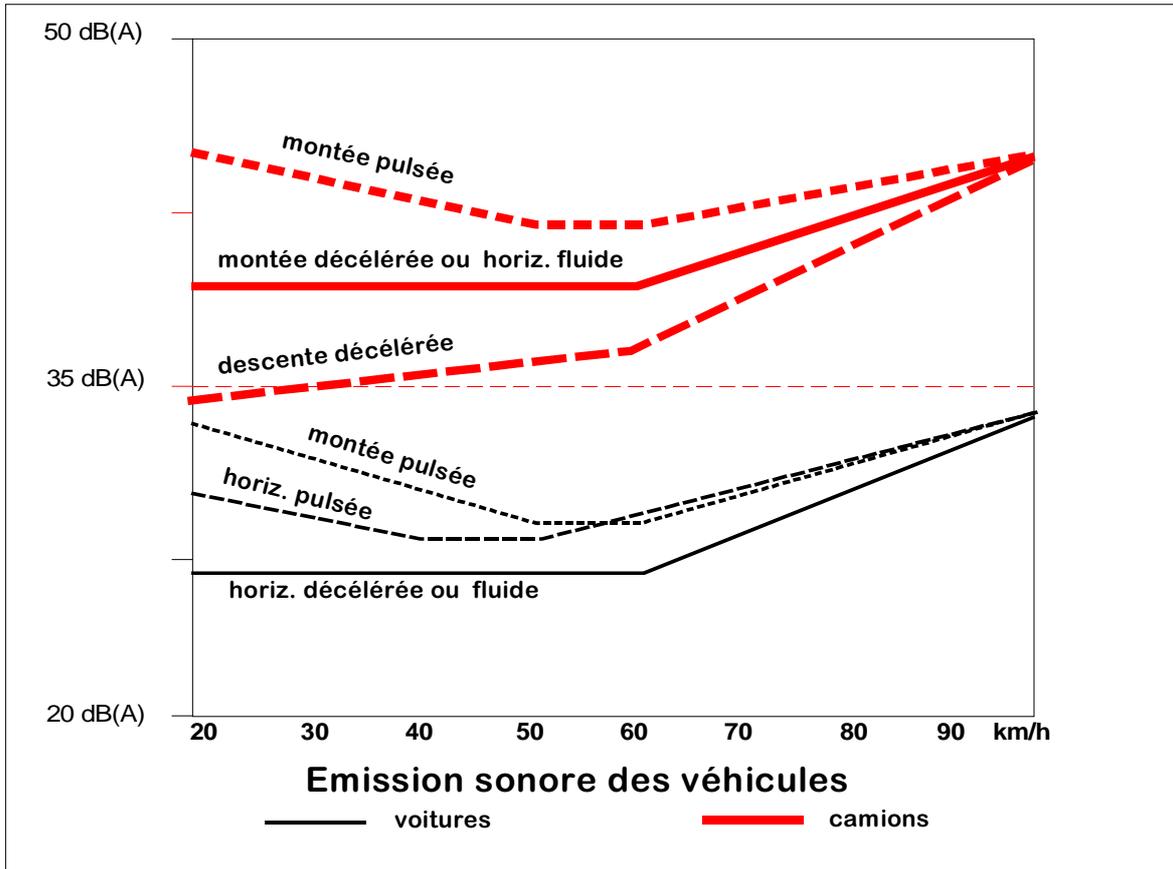


Figure 4

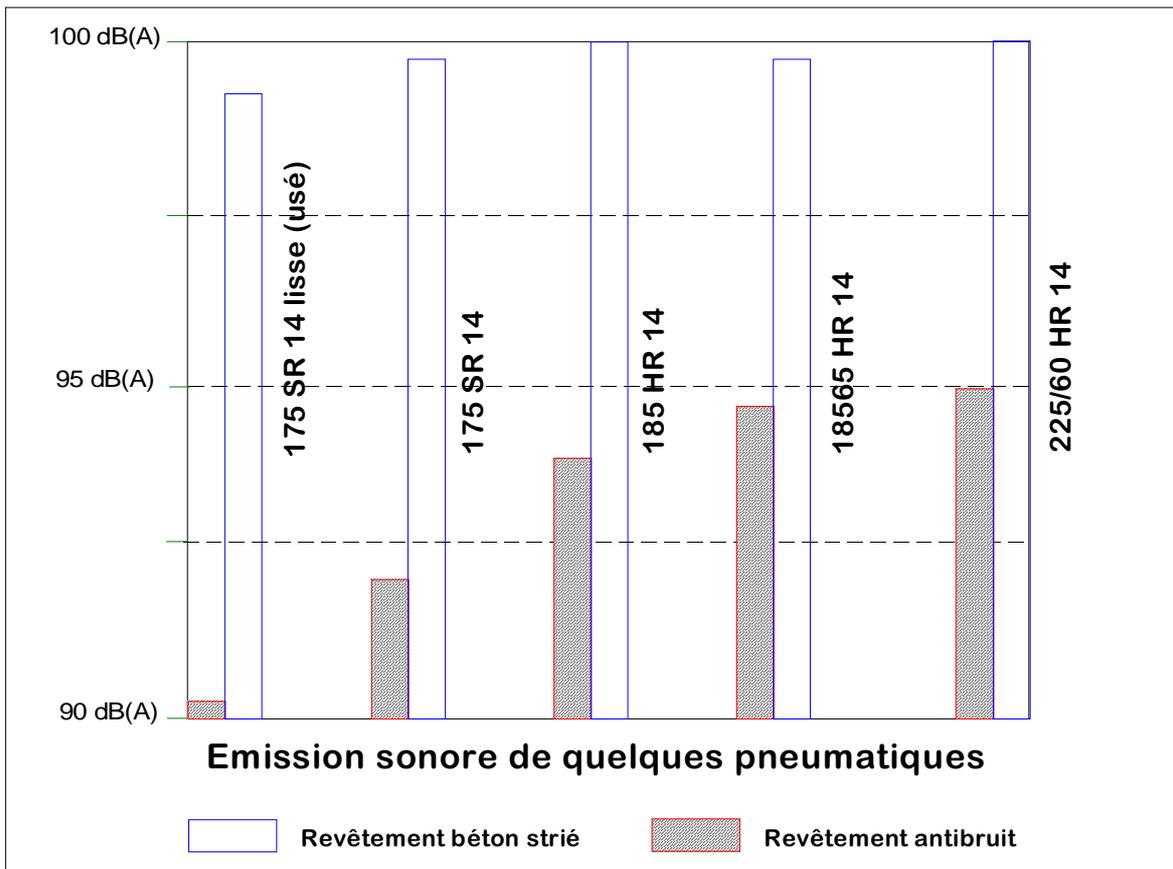




Figure 5

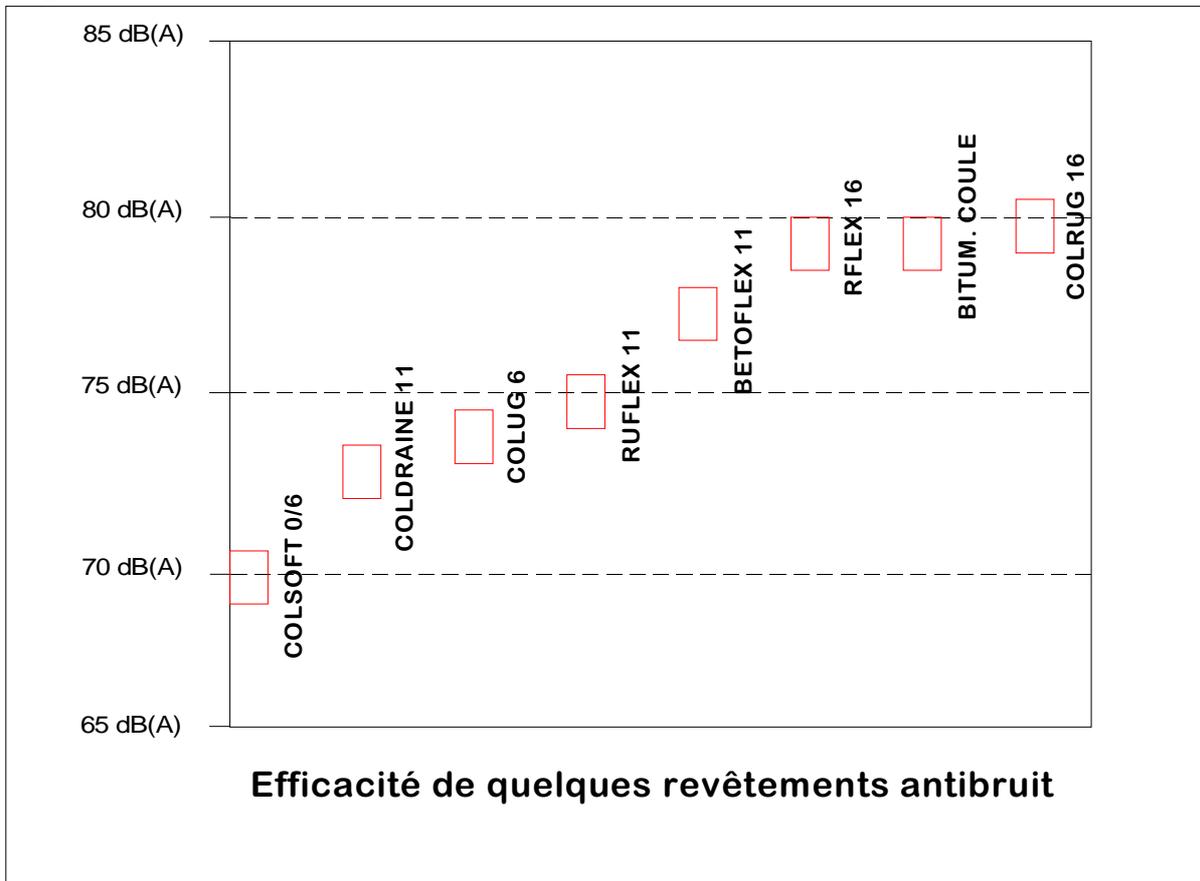


Figure 6

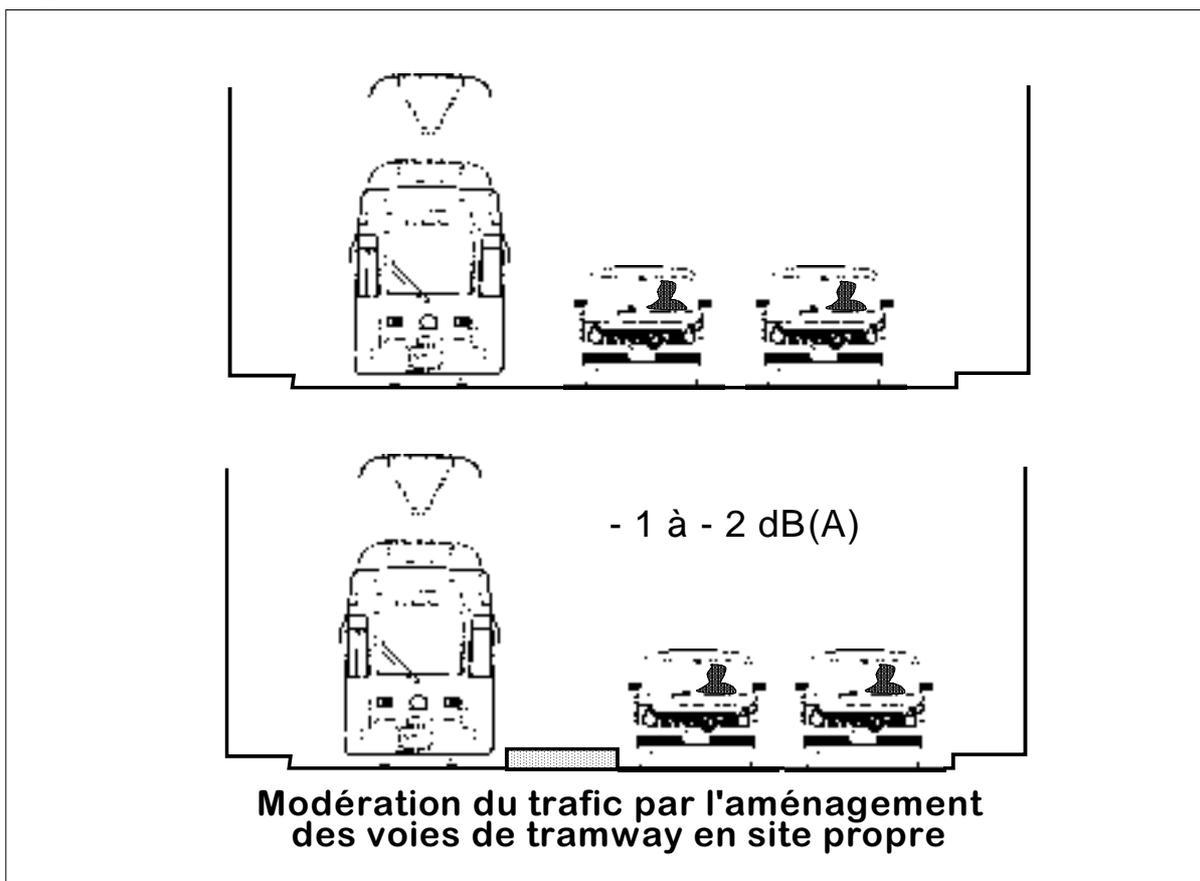




Figure 7

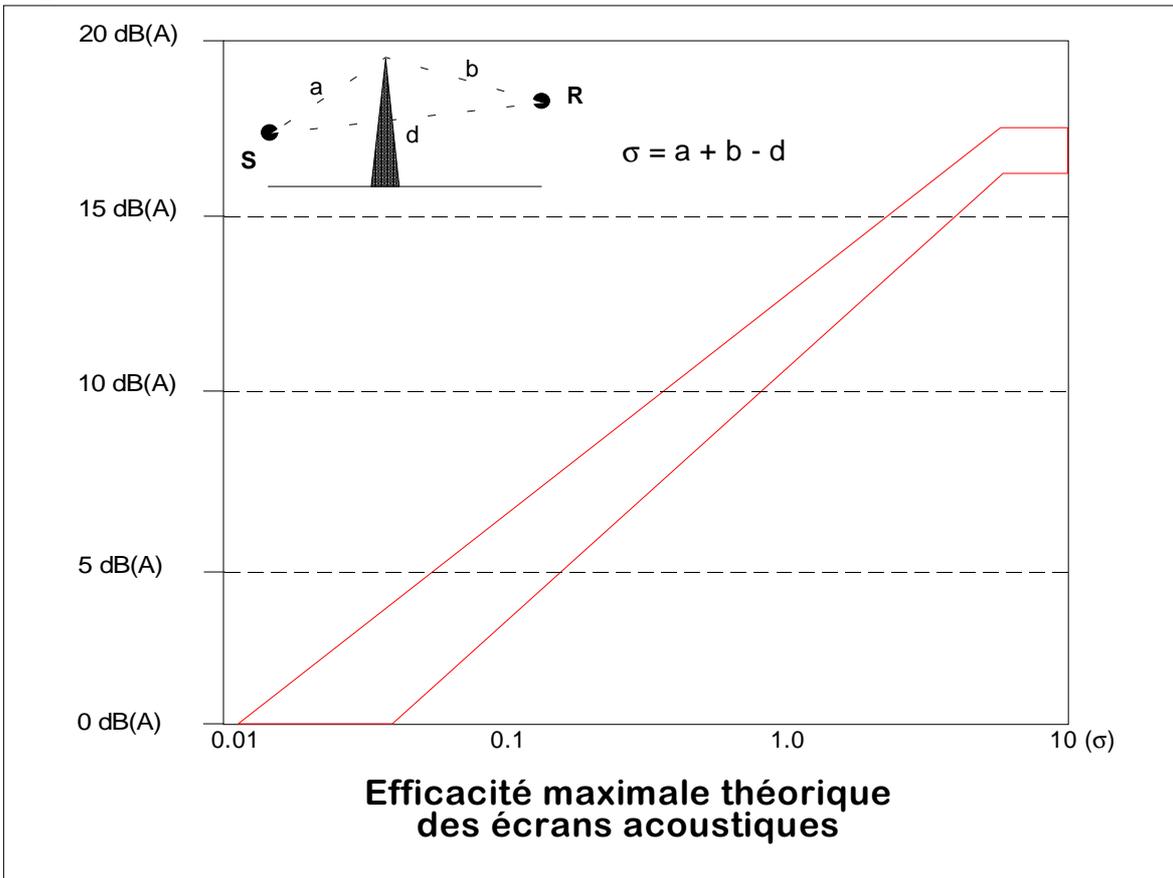


Figure 8

