

Une publication du Cercle Bruit Suisse

*Bruit*



## **Impressum**

### **Editeur**

Cercle Bruit Suisse, c/o Amt für Umweltschutz des  
Kantons Luzern, Postfach, 6002 Luzern  
Septembre 1998

### **Conception et rédaction**

Thomas Gastberger, Fachstelle Lärmschutz des Kantons  
Zürich

### **Collaborateurs-conseil**

Hugo Baumann et Beat Marty, Amt für Umweltschutz  
des Kantons Luzern

### **Conception graphique**

Natascha Diener, Corinne Frey, Atelier Unique,  
Küssnacht am Rigi  
Illustrations Natascha Diener

### **Adaptation française**

Gunilla Andersson, Epalinges VD  
Mona El Baradie, Kleinbödingen FR  
Françoise de Coulon, Carrouge VD

### **Impression**

KreisDruck AG, Basel  
imprimé sur papier 100% recyclé de haute qualité

### **Distribution**

Les éditions française et allemande peuvent être com-  
mandées auprès des services cantonaux spécialisés en  
matière de bruit.

## **Remerciements**

Nous exprimons nos vifs remerciements aux plus de  
quarante auteurs qui ont réuni les informations essen-  
tielles sur leur domaine de spécialisation.

Notre gratitude va également aux services cantonaux  
spécialisés en matière de bruit et à l'Office fédéral de  
l'environnement, des forêts et du paysage, qui nous  
ont apporté leur soutien financier.

# Bruit

	4	Avant-propos
	5	Lutter contre le bruit – pourquoi pas?
	7	Le bruit: nuisance ou agrément?
<b>Son, bruit ou vacarme</b>	<b>9</b>	
	10	Histoire de bruit
	12	Son et bruit
	14	Le son qui donne la vie
	16	Quand le bruit devient insupportable
	18	Concerts et discothèques: doucement les basses!
<b>Les effets indirects du bruit</b>	<b>20</b>	
	21	La mobilité un thème tabou?
	23	Vivre dans le bruit
	25	Habiter dans le bruit, non merci!
	27	Le bruit, phénomène social
	29	Le bruit a son prix
<b>La lutte contre le bruit en Suisse</b>	<b>31</b>	
	32	Une loi contre le vacarme
	34	Trois plus un font quatre
	36	Les limites de la sensibilité
	38	11 ans d'OPB
	40	Instruction dans le calme d'affaires de bruit
	42	Acousticien: une formation qui fait peu de bruit
<b>Planification et construction: jouer la carte phonoabsorbante</b>	<b>44</b>	
	45	M. Bruit, docteur ès planification et aménagement
	48	Construction: anticiper les nuisances
	50	Centres commerciaux riment avec autos
	52	Murs supportables
	54	Les fenêtres antibruit, une solution de fortune
<b>Le bruit du trafic routier</b>	<b>56</b>	
	57	Du comptage de véhicules au cadastre de bruit
	59	Poids lourds: un bruit infernal
	61	Mettre une sourdine aux routes bruyantes
	63	Le revêtement routier du futur
	64	Des caisses qui ne font pas résonance
	66	Pas si difficile de rouler feutré
<b>Le bruit du trafic ferroviaire et aérien</b>	<b>68</b>	
	69	Quand le bruit des NLFA résonne dans les mayens
	71	Le vieux wagon et ses gros sabots
	73	Le doux vrombissement au-dessus des toits...
	75	Ces merveilleux fous volants dans leurs drôles de machines
	76	Le décollage des régions fait peur
	78	Le bruit de l'armée volante
<b>Autres types de bruit</b>	<b>80</b>	
	81	Enfin moins de bruit à l'usine?
	83	Le bourdonnement du géant et des mille nains
	85	De la détonation au grésillement
	87	Empêcheurs de canarder en rond
	89	Silence! Ici on construit!
	91	Un grondement sourd à la cave...
	93	Un marteau pour écraser une mouche?
<b>Références</b>	<b>95</b>	
	96	Bibliographie et adresses internet
	98	Auteurs
	99	Services et office compétents

## Avant-propos

Un bruit peut être assourdissant et néanmoins sonner comme de la musique à nos oreilles. Mais il peut aussi être très doux et être considéré comme bruit. Le bruit c'est quand ça dérange. Ce qui revient à dire que c'est forcément subjectif et lié à la situation. «Le bruit, c'est les autres», a dit très pertinemment Kurt Tucholsky. Bruit de l'aviation ou du trafic urbain, bruit du chien qui aboie ou du voisin du dessus qui fait craquer le plancher: voilà le genre de problèmes auxquels sont confrontés les services cantonaux spécialisés en matière de bruit. Les citoyens demandent leur soutien et veulent en général une solution immédiate.

Même dix ans après l'entrée en vigueur de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB), la lutte contre les nuisances sonores n'en est qu'à ses débuts en Suisse. Les lois, aussi progressistes soient-elles, ne peuvent rien à elles seules, c'est leur application qui compte. Or, cette exécution peut prendre un certain temps. Ainsi, il peut arriver que des personnes exposées à des émissions sonores aient l'impression que l'OPB ne protège pas contre le bruit, mais protège le bruit. A cet égard, les trafics routier, ferroviaire et aérien sont fortement privilégiés, et il ne semble pas y avoir de remède pour lutter contre l'accroissement du bruit qu'ils émettent. Il y a toutefois des lueurs d'espoir: voitures, camions, trains et avions plus silencieux, chaussées améliorées et constructions antibruit. La portée de ces solutions est malheureusement toujours limitée par les possibilités techniques et les moyens financiers, alors que le développement de la mobilité semble irrésistible.

Dans un tel contexte, une approche sectorielle de la lutte contre bruit est vouée à l'échec. Il faut des solutions globales, qui garantissent l'harmonisation des différentes politiques, allant de la protection contre le bruit à l'aménagement du territoire, en passant par le trafic et les finances. La lutte contre les nuisances sonores requiert certes connaissances et compréhension, solidarité et volonté politique, mais surtout un lobby plus puissant. Le grand défi que la Suisse devra relever dans ce domaine le siècle pro-

chain consistera à s'attaquer au bruit comme l'exige en fait la loi: à la source, auprès du «pollueur», et non pas en limitant les dégâts ou en luttant contre les symptômes.

La présente brochure réunit un grand savoir sur le thème du bruit et de la protection contre les émissions sonores. Mais il ne faut pas penser pour autant que nous maîtrisons parfaitement la situation. Au contraire: les nuisances sonores augmentent irrésistiblement, et il est à peine exagéré de dire qu'il n'y aura bientôt plus un endroit en Suisse qui ne soit affecté par les bruits de la civilisation. La tranquillité devient un bien digne de protection. Or, elle ne doit pas être l'apanage des réserves naturelles. Il faut aussi la trouver dans les villes, les agglomérations et les villages, bref partout où nous vivons, travaillons et nous ressourçons.

Il est difficile de décrire le bruit par des mots. S'il existe tout un vocabulaire s'appliquant aux sons forts – perçant, fracassant, bourdonnant, retentissant, strident –, il est presque impossible de qualifier le bruit environnant tel que le grondement lointain et incessant d'une autoroute. Peut-être que les collages dans le présent ouvrage permettront une approche différente de la situation particulière des personnes affectées par le bruit.

Le traitement des questions de protection contre le bruit est, lui aussi, assuré par des personnes, notamment nous autres responsables des services spécialisés dans les cantons. En 1997, nous nous sommes réunis au sein du Cercle Bruit Suisse. La publication de la présente brochure est notre première grande action commune. Notre objectif n'est pas vraiment de faire beaucoup de bruit, mais bien plus d'attirer votre attention, chère lectrice et cher lecteur, sur la nécessité de notre travail, son ampleur et ses limites. Et bien sûr de vous rallier à notre cause, pour défendre ensemble un monde plus tranquille.

*Beat Marty*  
*Président du Cercle Bruit Suisse*

# Lutter contre le bruit – pourquoi pas?

Robert Hofmann

Il arrive régulièrement que des spécialistes étrangers parlent en termes élogieux de l'ordonnance suisse sur la protection contre le bruit (OPB). Et il faut bien dire qu'il s'agit, à ma connaissance, de l'une des rares réglementations légales qui régisse la lutte contre le bruit de manière globale. Le texte est concis, bien structuré, et la marge d'appréciation est suffisante pour laisser jouer le bon sens. De plus, l'ordonnance a déjà mis en mouvement passablement de choses. Il y aurait donc tout à fait lieu de se montrer satisfait. Mais une décennie d'OPB appelle une analyse plus approfondie.

L'ordonnance suisse sur la protection contre le bruit a engrangé une série de succès. Elle oblige les propriétaires d'installations industrielles à réduire efficacement le bruit à la source et évite que de nouveaux bâtiments soient construits dans des zones bruyantes. Son application a été particulièrement ferme dans le cas des installations de tir à 300 m. Certains cantons ont fait d'importants progrès en l'espace de quelques années: assainissements, concentration de l'exploitation sur moins d'heures, fermeture d'installations problématiques et utilisation accrue de celles qui sont bien situées. Sur l'ensemble du territoire, de nombreuses parois et constructions antibruit ont été aménagées le long des routes. Si elles ne suppriment pas le bruit, elles atténuent tout de même les nuisances. La protection contre le bruit de la circulation routière est prise très au sérieux.

Il n'en reste pas moins que le bruit du trafic motorisé augmente. Le nombre des véhicules croît, tout comme leur poids et la puissance de leur moteur. En outre, les gens roulent plus que dans le passé. En conséquence, les progrès réalisés dans la construction des voitures pour les rendre plus silencieuses – surtout pour leurs passagers – et le renforcement des conditions d'homologation ne suffisent pas à éviter un accroissement, lent mais certain, du bruit global. La circulation routière constitue, et de loin,

la source de bruit numéro 1. Il n'est donc pas surprenant que le livre vert de l'UE (novembre 1996) arrive à cette conclusion lapidaire: la politique de protection contre le bruit de l'Union européenne a échoué, elle doit être entièrement revue. La situation est similaire en Suisse. Les chemins de fer arguent de leurs problèmes financiers pour reporter la mise en place de mesures antibruit sur le réseau existant. Les aéroports en revanche ont profité ces dernières années de la mise en service de nouveaux avions, propulsés de manière à la fois plus économique et plus silencieuse. Cette évolution favorable ne va toutefois pas perdurer; en effet, elle est en passe d'être annulée par l'augmentation du trafic aérien et de la taille des appareils.

## Les vices cachés de l'OPB

Une grande partie des nuisances sonores provient des installations publiques ou concessionnaires. Cependant, celui qui cherche à intervenir en se fondant sur l'OPB va au-devant d'une frustration certaine. L'Etat s'est en effet mis à l'abri du principe de causalité et de l'obligation d'assainir. Lorsque l'intérêt général prévaut, une installation publique peut émettre des émissions sonores dépassant toutes les valeurs limites. Pour remédier aux nuisances, il faut toutefois prendre des mesures de protection sur le lieu de réception; généralement, cela se traduit par la pose de fenêtres antibruit. Il est néanmoins erroné de qualifier cette action d'assainissement. A l'article 31 OPB, le législateur dit très clairement ce qu'il pense de ce type de mesures. L'insonorisation d'un bâtiment n'est pas un argument valable pour obtenir une autorisation de construire sur un terrain exposé au bruit; elle représente plutôt une solution palliative, car elle n'est effective que si les fenêtres sont fermées. Or, il serait cynique de voir dans cet enfermement des habitants une protection



contre le bruit. Si l'on considère l'idée fondamentale de l'OPB, il s'agit donc d'un constat d'échec.

Qui plus est, l'organisme public responsable du bruit ne paie cette demi-mesure, que si la valeur d'alarme est dépassée. Cette règle découle de l'hypothèse initiale qui veut qu'au bout de la période impartie pour les assainissements, les mesures antibruit à la source auront fait baisser de plusieurs décibels le niveau de bruit général. Dans ce cas, l'Etat aurait peut-être payé des fenêtres à des endroits où la norme était finalement respectée... Inconcevable, puisque les émissions de bruit augmentent.

La majeure partie des nuisances sonores proviennent des moyens de transport, autrement dit d'installations publiques ou concessionnaires. Or, tous les allègements ou presque leur sont permis et la pesée des intérêts en présence a souvent déjà été faite a priori; ce qui signifie que dans les secteurs déterminants, la lutte contre le bruit se limite à des solutions de fortune. L'OPB est donc un lion majestueux, avec une gueule imposante. Hélas, il lui manque les crocs.

### Des solutions, des vraies?

Il existe des solutions, mais elles sont douloureuses. Il y a fort à parier qu'une lutte efficace contre le bruit ne sera possible que si la mobilité est restreinte de façon ciblée, du moins dans les zones les plus sensibles. Bien que la majorité de la population des pays industriels connaisse les conséquences néfastes de l'activité débordante qui règne aujourd'hui et que le malaise croisse face au gaspillage des énergies fossiles, avec les répercussions que l'on sait sur le climat, il ne se trouve pour ainsi dire personne pour prendre des mesures radicales. Si, au nom de la dérégulation, le commerce est déterminé essentiellement par les lois du marché, la protection de l'environnement sera forcément perdante. Les appareils, procédés et comportements peu bruyants ne présentent aucun avantage au niveau de l'individu; en effet, ils ne deviennent intéressants que par le biais de lois, de prescriptions ou d'incitations créées à dessein. Cependant, vu les immenses intérêts financiers liés au trafic et la fascination que la mobilité exerce sur une grande majorité de la population, l'espoir de réussite est très mince. Actuellement, la croissance quantitative règne à nouveau sans partage, les voix mettant en garde contre ses excès se sont tues.

Il n'est donc pas surprenant que la protection contre les immissions, et plus particulièrement la lutte contre le bruit, traverse une crise. Faire du bruit ne coûte pas assez cher, les sanctions sont trop clémentes et la qualité «peu bruyant» ne fait pas le poids face aux «centimètres cubes» quand il s'agit d'arguments publicitaires. Cette attitude est certainement due au fait que le bruit ne constitue un problème que pour une minorité. Ses effets sont locaux, ils ne s'accumulent pas et se dissipent sans laisser de trace. Contrairement à la qualité de l'eau potable, le bruit n'affectera jamais toute la population d'une commune ou d'une région, mais incommoder uniquement la minorité qui habite le long des voies de communication. La lutte contre le bruit suppose un esprit de solidarité. De plus, le silence est un bien qui s'achète. Pour les «décideurs» de notre société, il est par conséquent assez facile d'éviter le bruit, raison pour laquelle ils évincent ce problème de leurs réflexions plus souvent qu'ils ne le font pour la pollution de l'air, qui les concerne irrémédiablement. L'OPB est en fait un bon édifice, mais le bilan reste décevant à ce jour. Serait-ce par hasard la volonté politique qui manquerait pour l'appliquer systématiquement?

*Robert Hofmann est chef de la division Acoustique et lutte contre le bruit du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherches (EMPA/LFEM) à Dübendorf*



(Illustration Yotka)

# Le bruit: nuisance ou agrément?

Joan S. Davis

Aujourd'hui, les mesures techniques dominent la scène dans la lutte contre le bruit. Or, elles ne tiennent pas compte des facteurs psychologiques, notamment de l'envie de faire du bruit, qui se cachent souvent derrière les comportements bruyants. Pour être efficace, le combat ne doit pas négliger cet aspect.

La mobilité motorisée va de pair avec le produit national brut. Le bruit est un produit secondaire indésirable de cette course grisante, par ailleurs très bien vue socialement, sur la voie de dépassement. Et c'est précisément parce que nous apprécions cette conduite que nous ne voulons pas la remettre fondamentalement en question. Il n'y que ses conséquences – notamment le bruit – qui devraient devenir moins gênantes.

La lutte contre le bruit se situe généralement à deux niveaux. Premièrement, la limitation de la propagation (par ex. au moyen de parois antibruit) ou la réduction du bruit de roulement (au moyen d'innovations techniques). Deuxièmement, on tente de juguler quelque peu cette mobilité croissante, par le biais de taxes incitatives, ou du moins d'en réduire les émissions sonores (par ex. en favorisant les transports publics). Dans le débat sur les mesures appropriées, on omet toutefois de prendre en compte une source primordiale du bruit routier: le plaisir du bruit, pour autant qu'il s'agisse du sien.

## Le bruit: cause et conséquence de troubles psychiques?

Il est connu que le bruit peut entraîner des troubles psychiques. L'inverse, à savoir que des difficultés d'ordre psychologique peuvent exacerber le problème du bruit, n'est envisagé que de très récente date. La question a été soulevée en raison notamment de l'augmentation des cas d'agressivité au volant et de ses conséquences: plus d'accidents mortels et plus de bruit. Le hurlement forcé du moteur indique que des facteurs autres que le déplacement avec le moyen de transport «voiture» sont en jeu. Ce bruit perçant et lancinant ne dérange pas uniquement par le nombre élevé de ses décibels, mais aussi parce qu'il est voulu. Par conséquent, il n'a pas le même effet que s'il était utile et inévitable, par exemple s'il provenait d'une ambulance lancée à toute allure, sirène enclenchée.

Le mode de conduite «sec» ou sportif montre que le bruit est perçu comme positif par beaucoup de conducteurs et par certaines conductrices aussi. Aujourd'hui, qui veut attirer l'attention mise sur le bruit. Par le passé, c'était la vitesse qui remplissait cette fonction; mais à présent rouler vite est à la portée de tous, même si les sanctions policières menacent. Le «potentiel bruit» d'un véhicule joue aussi un rôle lors de l'achat: les motos silencieuses se vendent nettement moins bien que leurs sœurs vrombissantes. Non contents de ce bruit assourdissant, certains iront même augmenter la capacité sonore de leur engin en perçant le pot d'échappement.

Si d'importantes caractéristiques psychologiques de la voiture, telles que symbole du statut social ou symbole sexuel, sont utilisées de longue date dans la publicité, l'argument du bruit n'est pas exploité. Serait-ce dû au fait que nous n'admettons pas volontiers aimer faire du bruit? Nous douterions-nous que ce besoin pourrait trahir des faiblesses enfouies? A étudier la personnalité de ceux qui provoquent des accidents mortels par leur conduite agressive, on peut tout du moins soupçonner une profonde insatisfaction.



## Le bruit: une compensation née de la peur?

Pour C.G. Jung, ces liens étaient plus que des suppositions. Dans une lettre qu'il a adressée au Dr Karl Oftinger, professeur à l'Université de Zurich et fondateur de la «Ligue contre le bruit», il exprime certaines idées provocatrices au sujet du bruit. «Le bruit nous protège contre des réflexions pénibles, il casse les rêves cauchemardesques, nous assure que nous sommes tous ensemble et que nous faisons un tel vacarme que personne ne se risquerait à nous attaquer. (...) Il nous dispense de tout effort pour dire ou faire quelque chose, car même l'air tremble devant la violence de notre irrésistible manifestation vitale. C'est le revers de la médaille: nous n'aurions pas tout ce bruit, si nous ne le voulions pas secrètement. Il n'est pas seulement mal à propos voire nuisible, mais un moyen, inavoué et incompris, pour arriver à nos fins, à savoir compenser la peur, dont les raisons ne sont que trop nombreuses. Le silence en effet pousserait l'homme à penser, et il est difficile de prédire tout ce dont il prendrait

alors conscience.(...) Ce qu'il craint en réalité, c'est tout ce qui pourrait sortir de son for intérieur, tout ce qu'il refoule en s'entourant de bruit.» (NdT: traduction libre).

Ces réflexions mettent en lumière les facteurs psychiques et sociaux qui jouent un rôle dans le problème «bruit», mais qui ne sont guère évoqués. D'accord, il est nettement plus difficile de faire des statistiques sur des aspects échappant pour ainsi à toute quantification. Ce n'est toutefois pas une raison de les négliger. Car ces éléments psychologiques n'influent pas seulement sur le niveau de bruit et le mode de conduite, mais également sur d'autres grandeurs essentielles dans le domaine de la circulation routière, par exemple sur le nombre d'accidents ou la consommation de carburant.

## N'y a-t-il que des solutions techniques aux problèmes sociaux?

Un bref coup d'œil sur la publicité automobile révèle que les arguments utilisés portent moins sur les caractéristiques techniques que sur les sentiments. Faut-il dès

lors s'étonner que notre mode de conduite reflète ces mêmes sentiments? Qui achète une voiture puissante pour faire impression ne se sentira donc guère interpellé par des recommandations sur une conduite en douceur. Il ne le sera pas non plus s'il sait que le niveau de bruit pourrait ainsi être considérablement réduit et que l'effet équivaldrait approximativement à la diminution de moitié (!) du trafic privé.

Tenons-nous suffisamment compte aujourd'hui de ces facteurs émotionnels qui entrent dans la «production» de bruit lorsque nous cherchons à combattre ce dernier? Ou existe-t-il des possibilités inexploitées consistant à interpellier les conducteurs, plus particulièrement les jeunes (en collaboration avec d'autres offices, les responsables de l'éducation et les écoles), car les adolescents sont surreprésentés dans la catégorie «bruyants»? Il y a trop longtemps que le bruit jouit pour beaucoup d'une image positive, comme prétendue preuve de la puissance. Les mesures de protection contre le bruit prises jusqu'ici – d'ordre purement technique – n'ont pas tenu suffisamment compte de cet aspect. Dès lors, il est impossible de faire passer le message que la signification sociale du bruit, expression de la puissance et de la défense, n'a plus cours. Ce rôle naguère si important appartient au passé, à un stade bien antérieur de l'évolution.

*Joan S. Davis est membre de l'état-major de la direction à l'IFAPE (Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux) et chargée de cours à l'EPF de Zurich et à l'Université de Bâle.*



(Illustration Yotka)



*Son, bruit ou  
vacarme*



# Histoire de bruit

*Gottfried Senn* **Notre environnement ne change pas seulement d'aspect, mais également de sonorité**

**Comme toutes choses, nos sphères sonores – en d'autres termes notre environnement acoustique – se sont modifiées au fil du temps. Impossibles à représenter dans les livres, les dessins ou sur les cartes, elles peuvent difficilement être inventoriées sur le plan historique. Parmi les sons, certains ont changé, d'autres sont apparus, d'autres encore ont disparu, sans laisser la moindre trace dans les chroniques, même dans celles des historiens les plus attentifs. Si, pour une région donnée, nous connaissons le nombre de constructions et l'évolution démographique en l'espace d'une décennie, nous ignorons par contre tout de l'histoire des bruits. Celle-ci ne peut être explorée que par des voies détournées.**

Pour reconstituer les sphères sonores, il faut se reporter aux témoignages des auteurs du passé, dont les indications doivent parfois être prises avec une certaine prudence. Ainsi, quand Jonathan Swift dit des chutes du Niagara qu'elles font un «bruit épouvantable», il s'agit d'une remarque très générale. En revanche, lorsque Chateaubriand raconte qu'il entendit en 1791 leur grondement à une distance de neuf milles, il nous fournit une information utile sur le bruit ambiant à l'époque, qui peut être comparé aux valeurs actuelles, mesuré et exprimé en décibels.

## **Premières sphères sonores**

Peut-être que le premier son a été celui des vagues. Il faut laisser libre cours à son imagination pour décrire les transformations de l'eau qui coule sur le sable ou le schiste, qui vient se briser contre du bois flottant ou une digue: à chaque goutte une autre tonalité, à chaque vague un nouveau son. Certains s'évanouissent aussitôt, d'autres perdurent. Le vent et l'eau peuvent engendrer un nombre infini de variations acoustiques. Il se forme ainsi des sons à large bande (composés de beaucoup de tons), et il semblerait qu'à l'intérieur de leurs gammes de fréquence respectives, d'autres sons soient audibles. «Le vent se manifestait à présent

par un chant continu. Dehors, dans la rue qui séparait la ville de la prairie, il se glissait en susurrant le long des clôtures qui bordaient la route.... Le vent de la nuit avait deux voix; l'une se lamentait au rythme des vibrations des fils de fer, l'autre s'engouffrait sauvagement loin dans la prairie.» (W.O. Mitchell: *Who has seen the wind?* NdT: traduction libre)

Le vent prête aux feuilles différentes sonorités: «Sous l'effet d'une brise passagère, les pins soupirent et se lamentent de façon singulière, se balançant d'avant en arrière, d'arrière en avant; le houx gémit comme s'il se livrait un combat à lui-même; le frêne grince en frémissant; les feuilles lisses du hêtre bruissent dans un mouvement de va-et-vient.» (Thomas Hardy: *Sous la verte feuillée.* NdT : traduction libre)

## **La révolution industrielle modifie l'environnement acoustique**

De par leur fonctionnement ininterrompu, les usines sont à l'origine d'un bruit de fond continu. L'expansion des routes et des chemins de fer a eu son pendant acoustique. Le pays tout entier est envahi par le vrombissement des camions, le fracas des trains et le hurlement des avions. Si, autrefois, les sons étaient isolés et entrecoupés de silences, ils sont aujourd'hui pour l'essentiel permanents. Ce nouveau phénomène sonore, introduit par la révolution industrielle et généralisé par l'électronique, produit un bruit de fond ininterrompu avec peu d'individualité. On peut dire des sons naturels qu'ils ont une vie: ils naissent, enflent et s'évanouissent. Ceux du générateur ou de la climatisation ne meurent pas. Avec la performance croissante des systèmes de fabrication, de transport et de communication, les sons anciens ont été fondus pour former de nouvelles énergies acoustiques: le bruit du pas a cédé la place au bourdonnement de la voiture, le clappement des sabots de

cheval au grondement des trains et des avions. Le crissement de la plume a été supplanté par les ondes radioélectriques, et le « clic-clic » du boulier-compteur par le ronronnement monotone de l'ordinateur.

Les cloches des églises sont un exemple frappant de la modification des sphères sonores en ville. Etouffées par le trafic, elles retentissent encore avec une certaine magnificence. A mesure que le bruit environnant est devenu plus envahissant, leur étendue acoustique a néanmoins rétréci comme une peau de chagrin. Un soir de mai en 1879, August Strindberg consigna les sons de la ville de Stockholm, tels qu'on les percevait à l'époque d'un point de vue surélevé (à lire dans « La Chambre rouge »). Il accorda une attention particulière aux sept cloches d'églises de la ville. Près d'un siècle plus tard, une équipe d'acousticiens a enregistré, au même emplacement, les sons émanant de la capitale. Sur la bande magnétique, on ne distingue plus que trois églises, dont une est presque inaudible. Le tintement des autres cloches est noyé par le bruit de la ville.

Pour toujours plus de gens, l'espace urbain constitue la principale sphère sonore. Mais les mélodies de la ville changent de plus en plus vite. Il en résulte une sorte de nostalgie des sons disparus et déjà perdus. Qui se souvient encore du bruit des sabots dans les rues d'Aarau jusque dans les années d'après-guerre quand la distribution des colis postaux se faisait encore en voiture à cheval? Qui se rappelle du grincement de la Aarau-Schöftland-Bahn, qui à l'époque reliait la place de la gare aux faubourgs du haut de

la ville. Ou du bruit particulier des poubelles métalliques lorsqu'on les vidait?

### Connaissances sonologiques en perte de vitesse

Avant que Gutenberg n'invente la presse à imprimer, l'oreille avait un rôle bien plus important qu'aujourd'hui dans la récolte d'informations. Les rapports détaillés de témoins auriculaires dans la Bible ou dans les contes des Mille et Une Nuits montrent que ces livres ont vu le jour dans des sociétés où les connaissances sonologiques (capacité de comprendre les informations sonores) étaient très développées. Dans notre civilisation moderne, largement fondée sur le visuel, l'ouïe et l'écoute occupent une place tout à fait secondaire. Le problème de la pollution acoustique de l'environnement est une conséquence directe de cette évolution.

D'après les visions des prophètes dans la Bible, la fin des temps sera annoncée par un vacarme assourdissant, plus effrayant et puissant que le bruit le plus fort que l'on puisse imaginer. Il n'est guère rassurant de penser que l'environnement acoustique engendré de façon incontrôlée par notre civilisation tire en fin de compte ses origines de cette même vision apocalyptique.

*Gottfried Senn dirige le service spécialisé en matière de bruit autre que celui de la circulation au Département des travaux publics du canton d'Argovie*

### Une intensité record

Le bruit le plus fort jamais entendu sur terre à ce jour a été causé par les explosions du volcan Krakatau les 26 et 27 août 1883 dans l'archipel indonésien. Les déflagrations ont été perçues jusqu'à l'île Rodriguez à quatre mille cinq cents kilomètres de là. Jamais des sons n'ont été perçus à une si grande distance. Ils se sont propagés sur près des trois dixièmes de la surface terrestre.



*Son, bruit ou vacarme*

*Fig. 1: Aarau vers 1900 – Zollrain et le pont des chaînes, démoli en 1949. Si nous essayons d'«écouter» l'image avec notre oreille intérieure, nous pouvons imaginer l'environnement acoustique de l'époque.*

*Fig. 2: Aarau – Bahnhofstrasse et Schöftlandbahn. La mélodie de la ville change toujours plus vite. Le bruit du trafic des années 20 ne ressemble plus en rien au vacarme actuel de la route et du rail. (Photos Stadtmuseum Schössli, Aarau)*





# Son et bruit

## Brève introduction aux notions fondamentales d'acoustique

Robert Hofmann

**Tout le monde croit savoir ce qu'est le bruit, mais il est rare que deux personnes ressentent un son de la même manière. Le bruit se définit comme des sons indésirables... Or, ce qui est indésirable dépend de notre intention, de notre activité et de nos attentes du moment. C'est pourquoi le bruit n'est pas – contrairement à ce qu'on croit – mesurable, il doit être évalué.**

Les sons en revanche peuvent être mesurés jusque dans les moindres détails. Il s'agit d'une réalité visible, du moins depuis l'invention du disque compact: sur la surface couleur argent, la musique est gravée sous forme chiffrée, dans une qualité jamais vue. Le faisceau laser de la platine lit ces chiffres et les retransforme en signaux électriques. Mesurer n'est en fait rien d'autre qu'enregistrer des grandeurs physiques en chiffres, ce qui, dans le cas de l'acoustique, fonctionne visiblement à la perfection.

### Le son naît de la modification de la pression atmosphérique

En termes physiques, le son est une légère perturbation de la pression atmosphérique  $p$ ; il se propage sous forme d'onde, de manière analogue à une vague sur la surface d'un étang tranquille quand on y jette une pierre. Un microphone transforme cette pression alternative en tension électrique, laquelle peut-être amplifiée et mesurée. En fait, ce n'est pas tellement la modification de pression qui est intéressante, mais bien plus l'énergie transportée par l'onde, exprimée sous forme d'intensité  $I$  en watts par mètre carré.

Notre oreille perçoit des intensités infinitésimales: le seuil de perception ou d'audibilité se situe aux alentours de  $0,000'000'000'001$  watt par mètre carré ( $1 \text{ pW/m}^2$ ). L'ouïe peut cependant aussi distinguer des sons de forte intensité, allant jusqu'à 10 watts par mètre carré, au-delà, on atteint le seuil de douleur. Cette capacité à maîtriser cet immense éventail d'intensités (13 puissances de dix!) n'est possible que grâce à la sensibilité non linéaire de l'oreille. En effet, l'ouïe est très sensible aux sons faibles et peu sensible aux sons forts; c'est comme les distances qu'on estime à l'oeil: à 1mm près pour un centimètre, à 100m près pour 1km. L'acoustique a par conséquent introduit une échelle logarithmique depuis fort longtemps déjà,

dont l'unité est le «bel», baptisée d'après Graham Bell, co-inventeur du téléphone. Le bel s'est avéré un peu grand, raison pour laquelle il a été subdivisé en «décibels» (comme le litre en décilitres), qui s'abrège «dB». Si l'on mesure des intensités acoustiques et des pressions sonores en décibels, le résultat porte un nom particulier: «niveau sonore» (ou plus précisément: niveau de pression acoustique et niveau d'intensité sonore respectivement), que l'on désigne par le symbole  $L$ . Mathématiquement parlant, le niveau sonore est défini comme suit:

$$L_p = 10 \cdot \log \frac{p^2}{p_0^2} \quad L_I = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

Pression acoust. et intensité au seuil d'audibilité:

$$p_0 = 0.000'02 \text{ Pascal} \\ I_0 = 0.000'000'000'001 \text{ Watt/m}^2$$

De ces définitions, il ressort que le niveau sonore n'exprime en fait rien d'autre que la pression acoustique  $p$  et l'intensité sonore, sa spécificité résidant dans l'échelle inhabituelle. L'acousticien est par conséquent obligé de faire un va-et-vient continu entre l'échelle des décibels adaptée à son ouïe et les échelles physiques de la pression et de l'intensité. Toutes les mesures d'ordre technique sont saisies dans des unités physiques, alors que la réaction humaine s'exprime mieux en décibels. Lorsque l'intensité sonore est doublée, le niveau augmente de 3 dB, lorsqu'elle est multipliée par dix, l'augmentation est de 10 dB. Une paroi antibruit de qualité moyenne aménagée le long d'une route abaisse le niveau d'environ 10 dB. Cela signifie que 90 pour cent de l'énergie sonore sont absorbés. Pour l'ouïe, cette réduction représente certes une amélioration appréciable de la situation, mais elle est à mille lieux d'un véritable silence.

### Fréquences, oscillations et tonalités

Lorsque nous entendons un son, nous ne percevons pas uniquement son intensité, mais également sa tonalité, même les différents tons qui le composent. Le spectateur d'un opéra n'entend pas un quatuor comme un amalgame indicible de sons, mais il peut distinguer les quatre voix, tout en appréciant l'harmonie entre elles. L'ouïe procède sans autre à ce qui, techniquement, s'appelle une «analyse fréquentielle». L'intensité est décomposée en bandes de fréquence, qui sont transformées en impulsions nerveuses dans l'oreille interne et transmises, par des fibres nerveuses distinctes, au cerveau, où se produit la perception des tonalités, des bruits, des sons et du langage. La fréquence mesure le nombre d'oscilla-

tions par seconde, l'unité étant le «hertz» (Hz). Comme pour l'intensité, on utilise une échelle logarithmique pour la tonalité, qui est reflétée par les intervalles musicaux. Dans la petite octave, l'intervalle entre le do et le sol signifie passer d'une fréquence de 130,8 à 196 Hz, alors que dans la deuxième octave, on saute de 523 à 784 Hz. Dans les deux cas toutefois, le rapport des fréquences équivaut à 2:3; en musique, on parle dans les deux cas d'une quinte. Les appareils techniques qui procèdent à une analyse fréquentielle sont appelés des analyseurs spectraux.

## Le chemin tortueux entre le son et le bruit

Les variations de l'intensité et de la fréquence ou de la composition des tons sont utilisées à dessein, dans le langage et dans la musique, pour véhiculer des messages. De manière analogue, le bruit fournit des informations sur sa source et ses auteurs. L'effet du bruit sur la personne n'est pas du tout une simple question d'intensité, mais dépend souvent aussi des éléments informatifs de ce bruit. Ceux-ci sont appréciés de façon très différente et par conséquent difficilement mesurables. Les valeurs limites donnent donc satisfaction lorsqu'on est en présence d'un bruit fort, qui se produit de manière répétitive et connue de tous; ainsi, les émissions sonores des routes à Lausanne, Lugano ou Lucerne auront probablement le même effet. Par contre, quand il s'agit du bruit d'une place de jeu, d'une installation sportive, de la terrasse d'un restaurant ou de la fontaine du voisin, les valeurs limites sont des instruments inappropriés. Dans ce cas, l'opinion personnelle du juge remplacera avantageusement le sonomètre.

## Les critères de l'OPB pour l'évaluation du bruit

Les bruits de nature technique en revanche peuvent être assez aisément évalués en fonction de leur niveau, lorsque les valeurs tirées de l'expérience sont connues. Pour le bruit de l'industrie en particulier, qui se caractérise par une multitude de sons différents, il faut en outre tenir compte des composantes tonales ou impulsives. La particularité d'un bruit à composante tonale réside dans le fait que certaines ou quelques rares fréquences sont dominantes, par exemple le bourdonnement d'un ventilateur ou d'un moteur de grue. De tels bruits sont généralement plus incommodes que ceux de même intensité dont le spectre est plus large. C'est pourquoi le niveau est augmenté de 2, 4 ou 6 dB, selon l'audibilité des composantes tonales. Un bruit a une com-

posante impulsive lorsque son niveau augmente par à-coups; c'est le cas par exemple d'un bélier ou d'un marteau-piqueur. Globalement, la saisie objective du bruit s'avère une tâche difficile, dont la solution réside parfois dans le mesurage des niveaux, mais parfois aussi dans des corrections et des comptages subjectifs. Le résultat est le «niveau d'évaluation  $L_T$ », qui se compose d'un niveau mesuré et de diverses corrections traduisant en chiffres l'effet incommo-

dant d'un type de bruit (dérivé de l'expérience). Par la combinaison des mesurages objectifs et de règles découlant de l'expérience, il est ainsi possible de saisir le phénomène subjectif qu'est le bruit en excluant plus ou moins les composantes émotives.

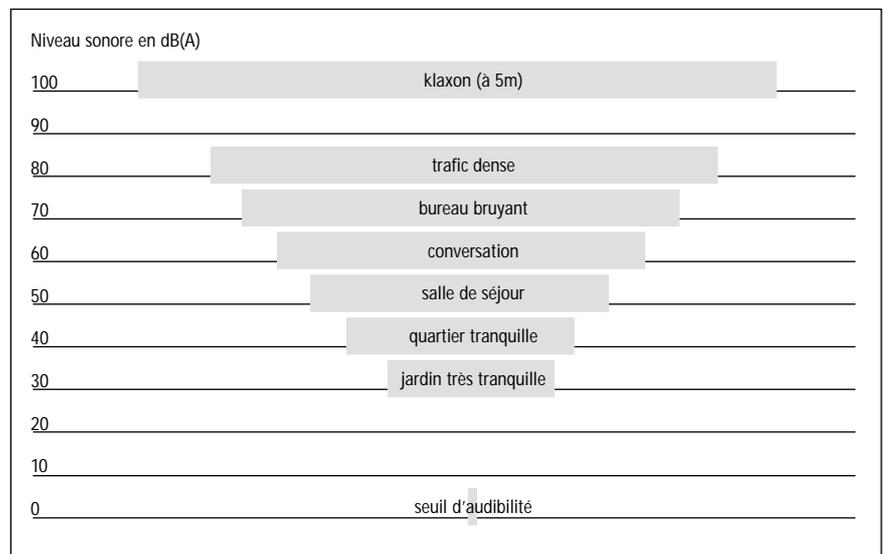
*Robert Hofmann est chef de la division Acoustique et lutte contre le bruit de l'EMPA/LFEM à Dübendorf*

Fig. 1: Doubler l'énergie sonore – sur la route cela signifierait par exemple 200 au lieu de 100 véhicules par heure – équivaut à une augmentation du niveau de 3 dB(A). Mais il faut une différence de 10 dB(A) pour qu'une personne ressente une diminution ou une augmentation de moitié.

Fig. 2: Bande de tiers d'octave d'un bruit de l'industrie. Celui-ci englobe des composantes de différentes fréquences. La hauteur des colonnes indique la part que la bande de fréquence concernée représente par rapport au niveau total.

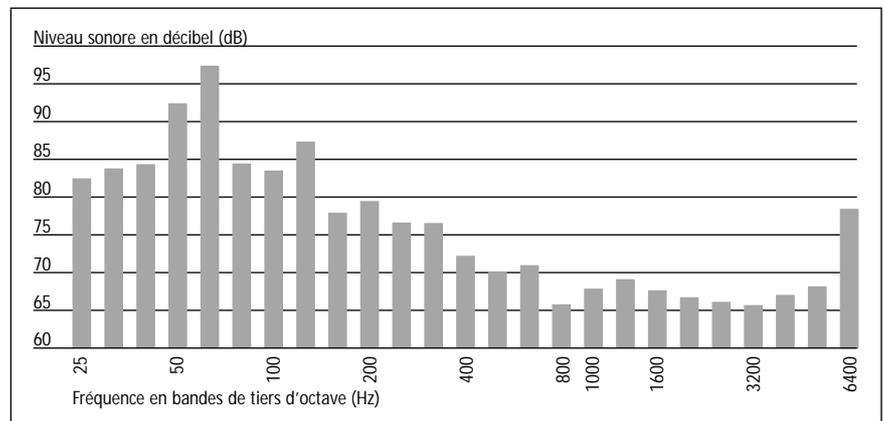


### Quelques exemples de valeur d'émission



1

### Niveau de puissance d'une installation de réfrigération



2



# Le son qui donne la vie

Les sons ont un effet dynamisant sur l'être humain

Heinz Grubenmann

« Le bruit rend malade. » Ainsi titraient les journaux et magazines à la fin des années 60. Du coup, la protection contre les nuisances sonores est devenue un sujet largement débattu. Les mesures qui ont été prises par la suite s'appliquaient tant aux espaces publics qu'à l'intérieur des bâtiments. Depuis, le trop-plein, mais aussi le manque d'excitants sonores font l'objet d'une attention soutenue de la part des scientifiques, toutes disciplines confondues.

Depuis l'Antiquité, l'homme tente de comprendre l'importance que revêtent les sons et les bruits pour l'espèce humaine. De la mythologie aux neurosciences actuelles, l'idée de la force procréatrice et vitale des sons ne cesse de resurgir. Nous savons aujourd'hui qu'au bout de 4 mois et demi dans le ventre de sa mère, l'enfant possède une oreille interne performante, qui lui permet de se situer dans l'espace et de percevoir des sons. A ce stade, cet organe est déjà entièrement formé; c'est même le seul qui ne se développera plus après la naissance. L'enfant mesure alors 20 cm environ. Quelle explication biologique faut-il donc donner au fait que l'être en devenir passe la seconde moitié de sa vie intra-utérine à entendre ? A n'en pas douter, l'appareil auditif remplit une fonction à tel point essentielle qu'il a été rendu opérationnel avant tous les autres.

## La conception par l'oreille

La force procréatrice du son trouve son expression dans les mythes de l'Antiquité. Dans la légende contant la naissance d'Héraclès, Galinthe, amie de la future mère Alcène, est transformée en belette; elle doit concevoir par l'oreille et enfanter par la bouche. Le récit de la naissance de Jésus présente également l'image de la conception par l'oreille. On lit ainsi dans le missel de Salzbourg: «Gaude, virgo mater Christi. Quae per aurem concepisti.» (Réjouis-toi, vierge, mère du Christ, tu as conçu par

l'oreille.) Les poètes laïques du moyen âge reprennent eux aussi ce thème. Walther von der Vogelweide décrit l'événement ainsi: «Durch ir ore enpfien si den vil süezen, ...». (Par son oreille, elle a conçu le plus Saint,...). De toute évidence, les hommes des siècles passés avaient conscience de la force mystérieuse et créatrice du son.

## Son et éveil

La science moderne souligne elle aussi l'importance des sons. Le neuropsychologue A. Lurija a constaté en 1973 que l'être humain n'est capable d'une activité mentale ordonnée et ciblée que dans des conditions d'éveil optimales. Un tel état est rendu possible par une forte tension de base (tonus cortical) du cortex cérébral, laquelle, à son tour, est maintenue à un niveau judicieux par le métabolisme et les stimuli sensoriels.

En 1962 déjà, D. et K. Stanley Jones ont tenté de déterminer le nombre de stimuli sensoriels nécessaires au maintien de la tension de base du cortex. Ils l'estiment à trois milliards par seconde pendant au moins quatre heures et demie par jour. A défaut d'excitation, l'éveil diminue. Les conséquences sont des troubles de la pensée, des difficultés de concentration et des états dépressifs, voire des phénomènes hallucinatoires, ainsi que l'ont démontré des expériences portant sur des sujets privés de tout stimulus sensoriel. Parmi les organes des sens, l'oreille occupe une place tout à fait particulière. Vingt-quatre heures sur 24, elle

reçoit en effet des signaux de l'entourage; elle veille même pendant le sommeil. De tous les sens, c'est l'ouïe qui perçoit le plus grand nombre de stimuli. Voilà qui nous ramène à l'énergie vivifiante des sons.

## Le psychisme intervient

En toute logique, une oreille saine sur le plan organique devrait percevoir les sons normalement. Plus simplement: depuis l'organe récepteur qu'est l'oreille, les impressions auditives parviennent aux centres de traitement de l'ouïe situés dans le cerveau en passant par différents points de distribution. Sur ce parcours, toutes sortes de dérangements sont possibles, qui peuvent empêcher la transmission complète des impulsions. Il peut en résulter un approvisionnement insuffisant en énergie et, par conséquent, un abaissement de la tension de base dans le cortex. Notre capacité intellectuelle peut en pâtir, tout comme notre bien-être général.

Une première source de dérangements peut se situer dans le tympan et les muscles de l'oreille moyenne. Une fois que les informations sont parvenues au cortex cérébral, le système nerveux central peut, selon l'état psychique de l'auditeur, renvoyer des messages régulateurs aux différents éléments du système auditif. Cela peut se faire au niveau du muscle du marteau ou de celui de l'étrier, mais aussi dans l'oreille interne, directement dans les cellules sensorielles. Il en résultera des blocages ou une perception

auditive exacerbée. Voilà qui explique en partie les différences d'appréciation entre personnes exposées aux mêmes sources de bruit.

### De l'ouïe à l'écoute

Si notre oreille est exposée à des sons très forts – 80 dB et plus – les deux muscles de l'oreille moyenne se contractent automatiquement. Le muscle du marteau tend la membrane du tympan, augmentant ainsi la résistance au bruit. Dans le même temps, le muscle de l'étrier fait basculer l'osselet pour dégager la fenêtre ovale, ce qui empêche la pression d'être entièrement répercutée sur l'oreille interne. Ce mécanisme assure une protection acoustique d'environ 20 dB.

Dans son livre «Hören», Jürgen Hellbrück estime que du point de vue de l'évolution biologique, les muscles de l'oreille moyenne ne remplissent pas en priorité une fonction de protection acoustique. Il met davantage l'accent sur leur capacité d'atténuer des fréquences gênantes de moins de 2000 Hz, ce qui améliore la perception des hautes fréquences – de 2000 à 5000 Hz –, où se situent les consonnes essentielles à la compréhension du langage. Cet effet est rendu possible par l'activité constante des muscles de l'oreille moyenne et entraîne des modifications subtiles dans la tension tympanique et dans la mobilité de l'étrier. Voilà qui est particulièrement important, étant donné que les fréquences hautes et douces peuvent être couvertes par des fréquences basses et plus fortes.

Cette sensibilisation aux fréquences importantes peut être perturbée par des messages provenant du système nerveux central. Ces messages sont caractérisés par l'état mental de la personne. L'écoute, soumise à des lois psychologiques, est rendue plus difficile. La capacité de l'individu à communiquer s'en trouve influencée; des difficultés d'expression et de compréhension peuvent alors surgir. Or, l'écoute occupe une place centrale dans toutes les situations d'apprentissage et de communication.

Nous savons aujourd'hui que l'intervention des nerfs qui partent du système nerveux central peut réduire de trente fois l'activité de ceux qui mènent aux centres auditifs. La diminution des stimuli acoustiques qui en résulte entraîne un affaiblissement de la perception d'une part, de la tension du cortex cérébral d'autre part, rendant ainsi toute communication plus difficile.

Heinz Grubenmann dirige le Tomatis-Institut für Horchs Schulung à Zurich

### Hypersensibilité au bruit

Si, malgré toutes sortes de mesures de protection contre le bruit, certaines personnes se plaignent encore d'être fortement incommodées, seule une modification de l'attitude vis-à-vis de la source des nuisances sonores peut encore contribuer à résoudre le problème. Des cures soniques ciblées, basées sur la psychologie, ont donné de bons résultats.

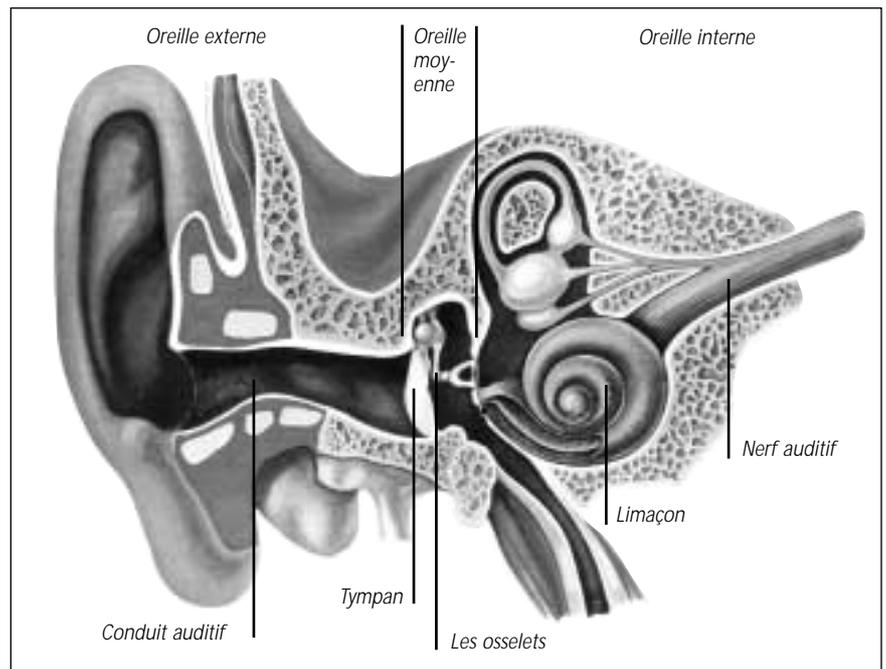
### Ecouter

Entendre est un processus passif, à l'inverse de l'écoute, qui est active et obéit à des lois psychologiques. Une bonne ouïe n'est pas forcément synonyme d'une bonne capacité d'écoute. Si, à un moment donné, la volonté d'écouter et de communiquer se trouve affaiblie, le fonctionnement de l'oreille s'en ressentira. L'écoute vise les hautes fréquences; elle est indispensable à une analyse correcte des sons. Celle-ci, à son tour, dépend du bon fonctionnement de l'oreille moyenne.



1

### La structure de l'oreille



2

Fig. 1: Les hommes aux longues oreilles, portail intérieur de l'église romane de Vézelay (XIIe s.).

Fig. 2: L'oreille n'est pas seulement un organe récepteur et passif, mais une antenne directionnelle qui permet une écoute active, guidée par le psyché. (Illustration Suva)



# Quand le bruit devient insupportable

Cornelia Conzelmann-Auer

Les répercussions du bruit sur la santé sont multiples

Merveilleux organe ultrasensible, notre ouïe est conçue pour les divers sons de la nature. Mais les bruits de forte intensité, ou simplement incommodants, agissent de façon néfaste sur notre bien-être. Ils peuvent nous irriter, nous énerver ou accroître les difficultés de communication avec autrui. Exerçant un stress sur le corps et sur l'esprit, les bruits du monde moderne finissent même par menacer notre santé.

Certes, la rumeur quotidienne d'une route ou d'une voie de chemin de fer ne diminue pas l'acuité auditive. Seul un niveau sonore élevé peut endommager l'ouïe. En fait, les problèmes de santé dus au bruit ambiant résultent surtout de la durée à l'exposition.

## Le bruit dérange

Des réactions négatives se manifestent déjà à partir de 50 dB(A) (Fig. 1), et un niveau sonore de 60 à 65 dB(A) dérange nettement plus de personnes qu'un niveau inférieur à 60 dB(A). Rien d'étonnant à cela puisque le volume normal d'une conversation se situe dans cette zone. Il en découle que les interférences acoustiques causent des problèmes de compréhension: plus moyen de parler normalement, que ce soit de vive voix ou au téléphone. Même l'écoute de la radio et de la télévision s'en trouve perturbée. Il devient quasiment impossible de se concentrer ou bien de se reposer.

Notons que l'importance des nuisances et des agressions sonores est souvent ressentie de façon subjective et dépend aussi bien de la nature du bruit que de l'état momentané de la personne concernée. D'une part, le niveau sonore joue un rôle déterminant comme le caractère répétitif et la fréquence du son (en général, un bruit irrégulier dérange plus qu'un son continu). D'autre part, la réaction de l'individu dépend de son activité du moment, de son emplacement

par rapport à la source sonore et, d'une manière générale, de sa sensibilité au bruit. Le facteur personnel est tel que chacun ne réagira pas de la même manière au bruit du trafic, et qu'il faut donc s'attendre à des réactions différenciées selon l'âge des personnes exposées et de l'endroit où elles habitent.

En réalité, les agressions sonores ne peuvent pas être mesurées par des moyens techniques usuels comme on le ferait pour constater la diminution de l'acuité auditive à l'aide d'un audiogramme. C'est pourquoi il faut effectuer des sondages auprès de nombreuses personnes exposées à différents niveaux sonores. Les résultats seront d'autant plus parlants que l'on aura tenu compte d'autres facteurs négatifs tels que les odeurs, la pollution atmosphérique et le niveau de confort du logement. Il faut en outre demander aux personnes concernées comment elles essaient de remédier aux nuisances sonores: quand ferment-elles les fenêtres? Utilisent-elles le balcon? Ont-elles déplacé les chambres à coucher? Prennent-elles des somnifères ou des calmants? Utilisent-elles des tampons auriculaires? Dans les cas extrêmes, il convient aussi de leur demander si elles ont envisagé de déménager.

## Le bruit agit sur la santé

Aux désagréments causés par les nuisances et les agressions sonores viennent fréquemment s'ajouter des troubles du sommeil et des réactions nerveuses ou cardio-vasculaires. Les troubles du sommeil sont d'importance: l'alternance de l'activité diurne et du repos nocturne est une condition primordiale pour rester en bonne santé. Les nuisances sonores durant la nuit diminuent la qualité du sommeil du fait qu'elles empêchent de s'endormir ou de profiter d'un sommeil ininterrompu. L'électroencéphalogramme nous permet en outre de constater que, même en deçà du seuil d'éveil, les phases importantes du sommeil profond sont raccourcies. Par conséquent, la faculté de concentration s'en trouve réduite le lendemain. A plus long terme, des signes de fatigue chronique apparaissent et l'usage de somnifères devient plus fréquent. De tels effets ont été constatés lorsque le niveau sonore mesuré à hauteur de façade (fenêtres ouvertes) dépasse 53 dB(A).

Il faut savoir qu'à l'état de veille, mais aussi de façon plus marquée pendant le sommeil, l'excès de bruit déclenche un processus

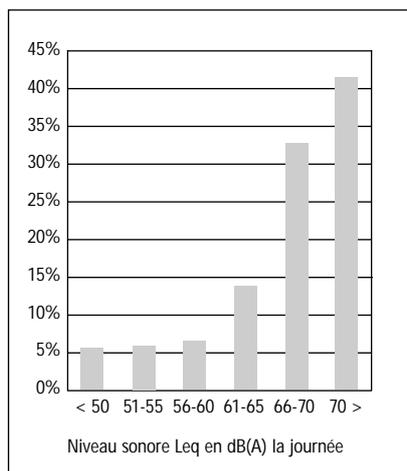
aboutissant à une sécrétion inadéquate d'adrénaline. Cela correspond à une réaction de peur caractérisée par une vasoconstriction généralisée, par une accélération du rythme cardiaque, par une augmentation de la tension artérielle et de la tension musculaire, par une augmentation globale du métabolisme et par un ralentissement des fonctions digestives. A l'origine, de telles réactions sont des mécanismes de défense que notre organisme déclenche en cas de besoin. Cependant, la répétition excessive de ces agressions sonores peut déboucher, au delà des manifestations de stress, sur un dysfonctionnement durable de certains organes. Du reste, des études épidémiologiques ont montré que les personnes ayant vécu longtemps près d'une route à grand trafic présentaient un risque accru d'infarctus. C'est pourquoi la médecine préventive estime primordiale la mise en place de mesures visant à éviter ces réactions de stress.

*Cornelia Conzelman-Auer est médecin et dirige le service de promotion de la santé du canton de Bâle-Campagne.*



Son, bruit ou vacarme

### Pourcentage des personnes fortement dérangées par le bruit du trafic routier

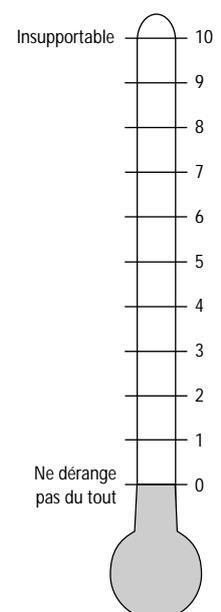


Résultat d'une étude menée en 1988 à Bâle auprès de 1033 personnes vivant en famille avec des enfants en bas âge. L'augmentation massive à partir de 60 dB est caractéristique. Quant au pourcentage proprement dit, il dépend de différents facteurs et ne peut pas toujours être comparé avec celui d'autres études.

### Qu'est-ce qu'une «agression sonore excessive»?

La plupart des études suisses, ainsi que les enquêtes menées à l'étranger, utilisent une échelle d'auto-évaluation graduée de 1 à 10 pour déterminer l'intensité subjective de la nuisance sonore. Les personnes interrogées sont invitées à montrer à quel niveau elles situent l'effet incommodant des émissions sonores. Celles qui indiquent une valeur supérieure à 4 sont considérées comme «dérangées par le bruit»; celles qui se rangent du côté des valeurs 8 et 10 sont considérées comme «fortement dérangées par le bruit».

On dit d'une situation qu'elle constitue une «agression sonore excessive (insupportable)» lorsque 10 à 15 pour cent des personnes interrogées se considèrent comme fortement dérangées. Selon différentes études suisses sur l'effet des nuisances sonores de la circulation routière, le seuil de tolérance se situe vers 60 dB(A) le jour et vers 50 dB(A) la nuit (mesures à hauteur de façade).





# Concerts et discothèques: doucement les basses!

La musique trop forte présente un risque pour l'ouïe

Dominique Luy

**Les niveaux sonores mesurés lors des concerts ou dans des discothèques, pubs ou bars sont souvent trop importants, malgré les prescriptions existantes. Celui qui ne désire pas souffrir de dommages auditifs permanents devrait éviter de séjourner à proximité des haut-parleurs. Malheureusement, les dégâts auditifs sont souvent détectés trop tardivement. Ainsi, celui qui désire pouvoir jouir d'une écoute de qualité Hi-Fi devrait protéger ses oreilles par des tampons auriculaires.**

L'impact de 5 années d'une exposition sonore excessive peut correspondre aux pertes auditives dues au vieillissement. Ainsi, les performances de l'ouïe d'un jeune de 25 ans peuvent être comparables à celles d'une personne âgée de 75 ans.

24 heures sur 24, l'oreille capte des ondes sonores. Celles-ci traversent le canal auditif et mettent en vibration le tympan. Les osselets transmettent ces oscillations au limaçon. Les 20'000 cellules ciliées du limaçon analysent le bruit en fréquence et le transforment en un message qui est interprété par le cerveau. Lors d'une exposition à un bruit excessif, les cellules ciliées peuvent être fortement sollicitées. Cela peut entraîner la mort de certaines de ces cellules. Il en résulte des pertes auditives permanentes.

## Augmentation des pertes auditives chez les jeunes

Une étude effectuée en Norvège a montré qu'entre 1981 et 1987, le taux des recrues présentant des déficits auditifs importants (plus de 20 dB) était passé de 18% à 35%. Sur la base de près de 1'400 examens d'audiométrie, une étude française s'est intéressée aux risques encourus par les amateurs de discothèques et de concerts rock en isolant les différents types de risques. Les conclusions de cette étude montrent que, comparés à un groupe de personnes non exposées à des niveaux sonores importants, les risques de dommages auditifs augmentent pour les amateurs de discothèques et de concerts rock de l'ordre de 30 % et 40 % respectivement. En Suisse, l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), en collaboration avec la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (Suva), a mené une étude sur 347 étudiants d'une école professionnelle âgés de 15

à 25 ans. Cette étude s'est intéressée aux personnes exposées aux niveaux sonores produits par les baladeurs, les discothèques et les concerts. Sur la base d'une enquête effectuée sur les habitudes d'écoute, cette étude a pu montrer que 64% des jeunes interrogés indiquent avoir souffert de tinnitus (sifflement durable dans les oreilles) après avoir écouté de la musique à un volume sonore trop intense. 33% des jeunes interrogés présentent un déficit auditif de plus de 15 décibels dans les fréquences comprises entre 3 et 6 kHz. Pour environ 60% des personnes testées, la charge auditive hebdomadaire atteint voire dépasse la norme admise pour les travailleurs sans mesures particulières de protection. Cette étude conclut à une corrélation entre altération de l'ouïe et exposition à une musique de forte intensité.

## L'ordonnance son et laser fixe des valeurs limites

Face à cette situation et de manière non concertée, plusieurs cantons suisses ont introduit, dans les années huitante, des dispositions légales permettant de limiter les niveaux sonores produits par les installations d'amplification du son. En 1996, le Conseil fédéral mettait en vigueur l'ordonnance son et laser qui permet de fixer pour l'ensemble des cantons les valeurs limites. Ce sont les normes applicables dans le monde du travail qui ont servi de base pour définir ces valeurs limites qui sont les suivantes:

- En général, le niveau sonore moyen perçu par les clients des établissements publics ou les spectateurs d'une manifestation ne doit pas dépasser la valeur de 93 dB(A). Ainsi, le public qui subit environ 2 heures par jour cette charge sonore ne court aucun risque de dommage permanent de l'ouïe.

- Une dérogation à ce principe de base peut être accordée pour des manifestations particulières (concerts, bals, space parties, etc.) à condition de mettre des tampons auriculaires à disposition du public et de l'avertir qu'il peut subir des atteintes de l'ouïe.

Cependant, en aucun cas le niveau sonore moyen perçu par le public ne devra dépasser 100 dB(A) et 125 dB(A) en valeur instantanée. Avec de tels niveaux sonores, un spectateur qui participe en moyenne à une manifestation d'une durée de 2 heures par semaine ne court aucun risque de dommage permanent de l'ouïe.

Ces valeurs limites doivent être contrôlées à l'endroit où le public est le plus fortement exposé. Pour les espaces réservés exclusivement à la danse, la mesure se fait en bordure de cet espace. L'ordonnance son et laser met l'accent sur la prévention. Ainsi, si lors d'un contrôle, il s'avère que les valeurs limites sont dépassées, l'autorité de contrôle ordonne au responsable de la manifestation de prendre immédiatement les mesures nécessaires pour éviter tout dépassement.

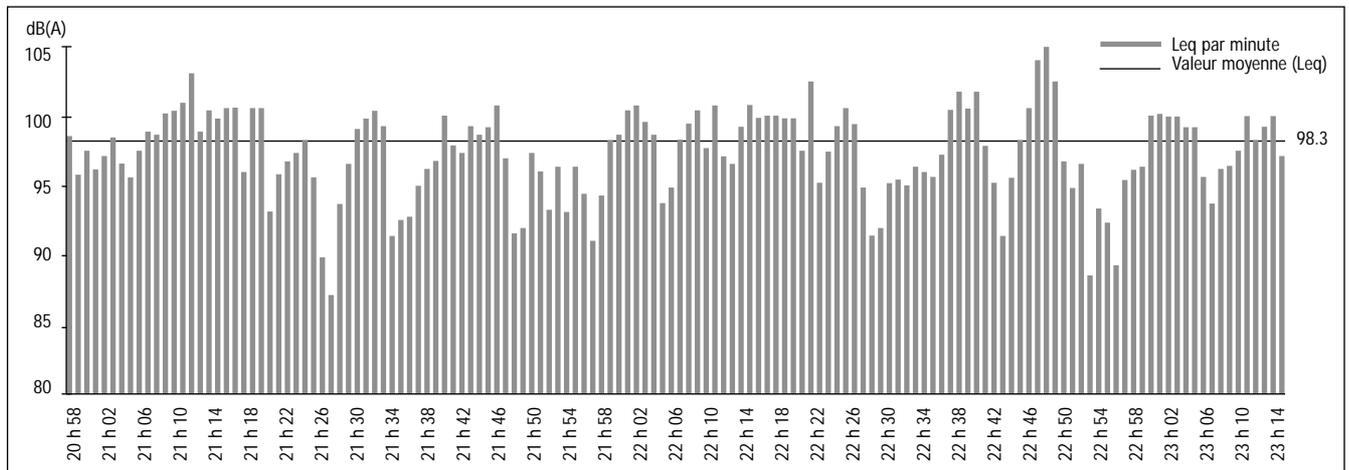
Depuis l'entrée en vigueur de l'ordonnance son et laser, les contrôles effectués lors de manifestations montrent qu'actuellement les niveaux sonores enregistrés dépassent encore trop fréquemment les normes applicables. Cette ordonnance a également pour but de protéger le public contre les expositions nuisibles produites par les faisceaux laser. Pour ce faire, elle limite l'intensité des rayons laser lorsqu'ils peuvent atteindre des spectateurs.

## Conseils pratiques pour les organisateurs...

Un certain nombre de conseils pratiques peuvent être donnés pour rendre le respect des exigences de l'ordonnance plus facile et également pour éviter, dans des soirées privées, de produire des niveaux sonores trop élevés.

- Positionner de manière adéquate les haut-parleurs dans une salle. Pour assurer une bonne diffusion de la musique, il faut prévoir un emplacement qui laisse un espace suffisant entre les haut-parleurs et les premiers

**Niveau sonore du concert de Michael Jackson à Lausanne**  
(Stade de la Pontaise, 20.6.97)



auditeurs (disposition des haut-parleurs en hauteur ou définition d'une zone inaccessible au public délimitée par des barrières). Ce positionnement permet d'autre part de mieux répartir les niveaux sonores dans l'ensemble de la zone d'écoute.

- Installer un appareil dans les installations d'amplification du son qui permette de limiter automatiquement le niveau sonore.
- Éviter d'utiliser des moyens pyrotechniques qui explosent à proximité des spectateurs.
- Ne pas laisser inutilement les fenêtres et les portes ouvertes afin d'éviter de déranger le voisinage.
- Informer les riverains de la tenue d'une manifestation afin d'éviter d'emblée d'éventuels litiges avec le voisinage.

**... et pour le public**

- Éviter de stationner à proximité immédiate des haut-parleurs et porter des tampons auriculaires pour des expositions de longue durée.
- Avertir le responsable de la sonorisation et faire baisser le volume sonore en cas de sifflement dans les oreilles.

En dehors des concerts ou des établissements publics, il ne faut pas oublier que:

- les installations d'amplification du son installées chez soi ou dans une voiture peuvent également produire des niveaux sonores engendrant des dommages auditifs;
- un casque branché sur une installation haute fidélité peut atteindre des niveaux également critiques.

Et où que vous soyez et si vous trouvez que les niveaux sonores de la musique diffusée sont inutilement forts dans un lieu public, n'hésitez pas à le faire savoir et demandez au responsable de ce lieu de réduire le niveau sonore.

*Dominique Luy dirige la section lutte contre le bruit du SEVEN du canton de Vaud*

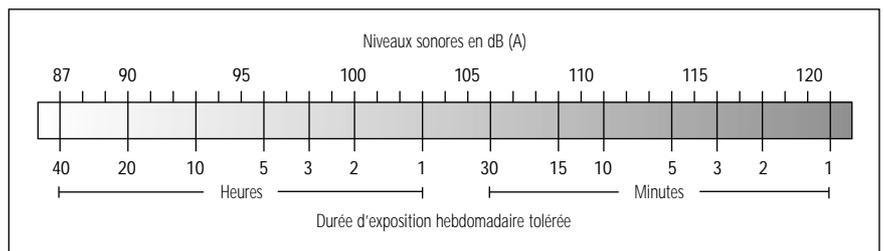
Fig. 1: Même pour un concert réunissant plus de 35'000 personnes en plein air, il est possible de respecter les normes en vigueur (mesures faites par le Service de lutte contre les nuisances en collaboration avec la Police municipale lausannoise).

Fig. 2: La durée de l'exposition au bruit joue un rôle aussi important que le niveau sonore. L'échelle montre que l'ouïe peut subir des dommages si elle est exposée à des niveaux supérieurs à 87 dB(A) pendant 40 heures par semaine. A 95 dB(A), un Walkman peut également engendrer des dommages si la durée hebdomadaire d'écoute est supérieure à six heures. (Source Suva)

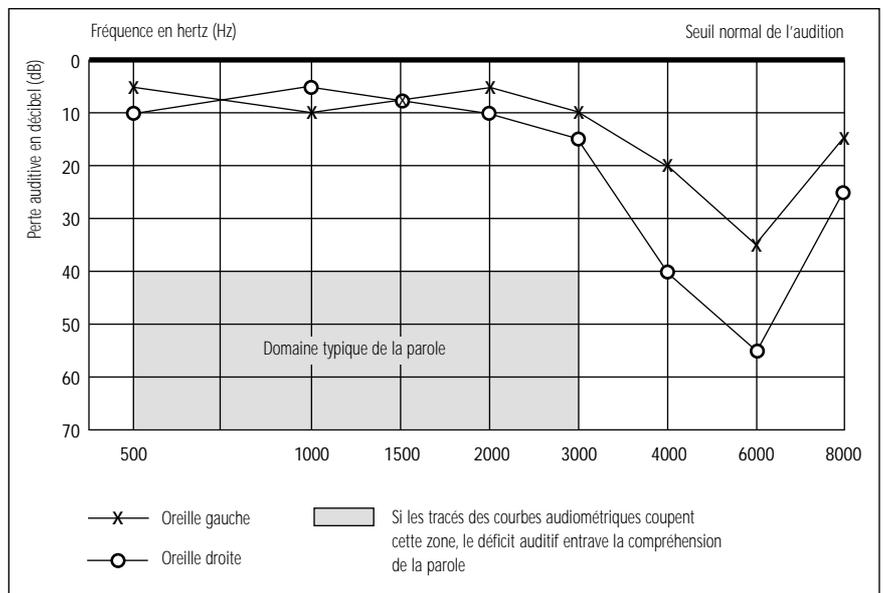
Fig. 3: De fréquentes surcharges occasionnées à l'ouïe entraînent des dommages irréparables. Si les fréquences correspondantes à la parole sont atteintes, alors la communication devient difficile. (Source Suva)



**Mise en danger de l'ouïe lors de l'écoute de musique**



**Troubles de l'ouïe**



*Les effets indirects  
du bruit*



# La mobilité, un thème tabou?

Pour combattre le bruit, il faut en analyser la cause

Rudolf Muggli

**Nous sommes trop peu conscients que notre comportement de mobilité quotidien impose un bruit excessif à de larges couches de la population. Les conflits liés au bruit vont donc prendre de l'ampleur à l'avenir. Les idées nouvelles sont les bienvenues!**

Etre actif, et donc notamment être mobile, est dans la plupart des cas lié à l'émission de bruit. C'est peut-être pour cette raison que des personnes actives et mobiles apprécient le bruit d'une motocyclette de sport ou encore le ton rauque du pot d'échappement d'une Ferrari. Mais tous ne sont pas concernés de la même manière: celui qui réside sur les rives du lac de Zurich ou à Zoug et prend souvent l'avion pour des raisons professionnelles perçoit relativement peu les nuisances causées par ses besoins de mobilité. Il peut donc être porté à ne considérer le problème du bruit sous forme d'une lamentation exagérée. Celui qui, au contraire, habite à Opfikon ou à Rümlang dans l'axe des pistes de Kloten et aimerait peut-être bien pouvoir de temps à autre s'endormir avant 11 heures du soir considère, lui, que le problème existe. Comme l'ont montré des enquêtes, ce sont plutôt les plus pauvres qui habitent dans la zone de l'aéroport, tandis que les plus riches résident vers le sud de l'agglomération et sur les rives du lac. Les différences de qualité de vie ont également des conséquences spatiales. Ainsi, les habitants riverains de l'axe de transit du Gothard sont sensibilisés à la question: compte tenu du niveau de bruit actuel, ils n'éprouvent pas les mêmes sentiments positifs envers la NLFA que d'autres Suisses. L'extension des conflits liés au bruit est donc due à la plus grande sensibilisation de la population envers le bruit, mais également à l'extraordinaire croissance de la mobilité.

## Augmentation de mobilité est souvent synonyme d'augmentation de bruit

Les améliorations techniques déjà acquises et encore possibles à la source du bruit doivent certes être appréciées à leur juste valeur, mais il faut bien admettre qu'elles sont le plus souvent réduites à néant par l'augmentation constante de la mobilité. Que faire? Lutter contre les besoins de mobilité et vouloir éduquer les gens à d'autres

comportements n'apportera pas grand chose. La mobilité appartient au style de vie moderne et il faut une bonne dose de confiance en soi à celui qui veut vivre en totale harmonie avec la nature (sans auto).

L'Union européenne mise aussi à fond sur la croissance de la mobilité, bien que d'après certaines évaluations, 20 pour cent de la population de l'UE, soit près de 80 millions de personnes, subissent des effets du bruit considérés comme inacceptables par le monde scientifique (perturbation du sommeil). En outre, 170 autres millions souffriraient au moins durant la journée des effets néfastes du bruit.

Que peut faire l'aménagement du territoire, l'instrument de résolution de conflits par excellence? Aujourd'hui déjà, le niveau de protection est adapté en fonction du type de zone d'activité, selon les dispositions de l'ordonnance sur la protection contre le bruit: le but est de séparer les zones sensibles au bruit des zones moins sensibles. Lorsqu'on définit tel quel, pour des raisons de «nuisance acoustique existante», un degré de sensibilité au bruit plus élevé que celui normalement prévu pour une zone résidentielle, ou que l'on accorde avec légèreté des facilités à certains moyens de transport, le système ne fonctionne plus.

De même, un aménagement du territoire clairvoyant devrait si possible tenir les moyens de transport bruyants à distance de l'extension des agglomérations: autrefois, il n'était pas rare de déclarer constructibles des zones situées le long d'une autoroute ou du tracé d'une future autoroute. Cela n'est heureusement plus possible aujourd'hui, car tout simplement contraire à la loi. Ceci explique le prix exorbitant des nouvelles autoroutes. On ne peut en effet plus effectuer une «trouée» au travers de quartiers résidentiels et il convient de construire de coûteux tunnels et murs antibruit. La traversée de la ville de Neuchâtel par l'A5 constitue un exemple concret de cette évolution.



Les effets indirects du bruit

## Le bruit du trafic aérien, pomme de discorde

L'harmonisation entre l'aménagement du territoire et les infrastructures de transport ne s'effectue hélas pas toujours de manière conséquente, dans la mesure où la réalité nécessite souvent des décisions abruptes. Citons ne serait-ce qu'un exemple: si l'on considère que l'aéroport de Zurich est indispensable à l'économie de notre pays et qu'il doit s'adapter – et donc s'étendre pour répondre aux besoins du trafic aérien international, – il conviendrait de reconsidérer entièrement la poursuite du développement des agglomérations dans les zones affectées par le bruit. Une telle politique aurait alors des conséquences draconiennes pour bon nombre de communes: elles ne pourraient plus se développer comme prévu et d'importantes surfaces de terrains déclarés constructibles verraient leur valeur réduite à néant. Qui accepterait de payer les indemnités correspondantes? Mais laisser libre cours aux événements ne constitue pas non plus une solution. Or, les agglomérations dont les habitants sont de plus en plus critiques envers la présence de l'aéroport se développent de plus en plus. D'autres pays à forte densité de population tels que les Pays-Bas sont confrontés aux mêmes difficultés: il est en effet déjà question de déplacer sur la mer l'aéroport central de Schiphol, trop proche des agglomérations.

## Limites de l'aménagement du territoire

Une thèse souvent défendue selon laquelle la mobilité débordante pourrait être contenue par un aménagement adapté du territoire. Par exemple en rapprochant le lieu d'habitation du lieu de travail afin de supprimer de nombreux trajets générateurs de bruit. Mais il se peut qu'il ne s'agisse que d'une illusion: en règle générale, les personnes changeant de travail acceptent plus facilement d'effectuer un plus long trajet que de rapprocher leur domicile de leur lieu de travail. Il se peut en effet que l'on soit propriétaire de son logement et que l'on n'ait pas envie de vendre ou encore que l'épouse et les enfants répugnent à être arrachés de leur réseau de relations. La concentration actuelle des emplois hautement qualifiés dans les grandes villes renforce encore massivement cette tendance. De plus, la plus grande partie de l'augmentation de la mobilité est moins imputable aux trajets domicile-travail qu'aux loisirs.

La meilleure mesure d'aménagement du territoire consiste donc à s'assurer que les zones d'activités essentielles et les grandes installations d'achats et de loisirs ne soient autorisées qu'en des localités centrales desservies de manière optimale par les transports en commun. Le réseau du RER zurichois constitue à cet égard une véritable œuvre de pionnier permettant une telle politique. Mais les sommes extraordinaires dépensées ne se justifient plus si les zones résidentielles ne sont pas directement desservies par les lignes du métro, mais se situent en des endroits uniquement accessibles par automobile individuelle. Peut-être aussi se dégagerait-il quelque chose de concret en faveur de la lutte contre le bruit si la mobilité n'était plus subventionnée par l'Etat, c'est-à-dire si les «mobiles» devaient régler de leurs propres deniers tous les coûts générés par leur mobilité, ces coûts incluant bien sûr la lutte contre le bruit. La politique avec un grand «P» se satisfait actuellement très bien de ce concept de «vérité des coûts», même sur le papier en ce qui concerne l'Union européenne. Mais le chemin à parcourir sera long, car nous nous sommes tous habitués à ce que la mobilité soit bon marché. Pour beaucoup d'entre nous, il serait difficile de renoncer à une partie de cette mobilité ou de consacrer une part plus importante de son budget personnel aux besoins de mobilité. C'est pourquoi le concept de «vérité des coûts en matière de transport» éveillera pendant encore longtemps dans notre esprit le sentiment qu'il doit surtout s'appliquer aux camions immatriculés à l'étranger et non pas à nous-mêmes.

## De l'urgence d'idées nouvelles

Qu'est-il encore possible de faire? La lutte contre le bruit appelle peut-être précisément des idées nouvelles et non conventionnelles. Les villes seront ainsi amenées à régler d'urgence leurs problèmes de bruit si elles veulent éviter l'exode des bons contribuables vers la campagne plus calme. Il est par exemple possible de favoriser des formes de mobilité modernes et respectueuses de l'environnement: pourquoi ne pas rémunérer les personnes acceptant de partager leur automobile avec autrui ou se regroupant en «communauté de transport»? L'avenir est aux formes de mobilités souples adoptant le moyen le mieux approprié entre la marche à pied, le vélo, les transports en commun et l'automobile. Selon une idée émise par le Programme de recherche national 41, on pourrait ainsi garantir une place de stationnement ou offrir le stationnement à prix réduit aux communautés de transport acceptant de se rendre avec un véhicule plein à un match de

football. C'est enfin précisément pour les points de trafic inhérents aux loisirs que de telles mesures pourraient susciter de nouvelles évolutions vers une mobilité plus respectueuse de l'environnement et, ce faisant, si possible moins bruyante.

*Rudolf Muggli est directeur de l'Association suisse pour l'aménagement national*

*Fig. 1 + Fig. 2: Autoroute A6 à l'est de Berne: tentative de réparation d'erreurs de planification antérieures*

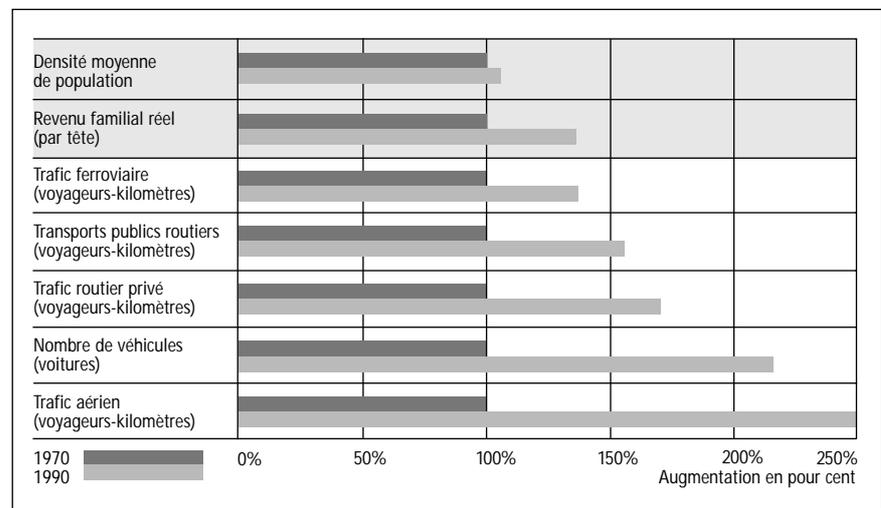


1



2

## Evolution de la mobilité en Suisse entre 1970 et 1990





## Vivre dans le bruit

«Il paraît qu'on finit par s'habituer au bruit ...»

Lisbeth Herger (texte) et  
Hans-Peter Jost (photos)

### **Maria José Pereira, Zurich Seestrasse: 16 300 voitures et 330 trains par jour**

Les débuts ont été durs ici. La première nuit, je n'ai pas fermé l'œil. Aujourd'hui, quatre ans plus tard, on fait avec. Les trains me dérangent plus que les voitures. Ils arrivent avec plus de force et font vibrer la maison. Les camions aussi, d'ailleurs. J'entends les verres tinter dans le buffet, un bruit qui me rend particulièrement nerveuse.

Le bruit des voitures aussi est très désagréable. Il y a un feu rouge au pied de l'immeuble, alors vous imaginez: avec les freinages et les redémarrages. Le matin, le bruit ne me gêne pas, parce que je pars à quatre heures et demie pour aller faire des ménages. Mais à midi et le soir vers cinq heures, c'est l'enfer. Et si je veux faire une petite sieste l'après-midi, je suis souvent réveillée par les voitures. Quelquefois, je vais me reposer de l'autre côté de l'appartement, mais les trains ne me laissent pas bien dormir non plus.

On doit vivre en permanence fenêtres fermées. Mais en été, ici au quatrième étage, il fait très chaud. Alors je ne ferme que la fenêtre de la pièce dans laquelle je me trouve. Le soir, je laisse la fenêtre ouverte un

moment, et je la referme avant la reprise du trafic le matin. Sinon, impossible de résister à la chaleur. Mes enfants dorment du côté du train; le bruit ne semble pas les gêner. Mon mari n'a pas de problème non plus. Dans la journée, il n'est pas là, et le soir, il se couche et il s'endort.

Malgré le bruit, l'appartement nous convient bien, parce que je fais des travaux de conciergerie et des ménages dans les bureaux de l'immeuble, si bien qu'on paie un loyer moins cher. De toute façon, c'est difficile pour les étrangers de trouver un logement bon marché et calme.

### **Astrid Fontana Winterthur, Im Winkel: 470 trains par jour**

Il paraît qu'on finit par s'habituer au bruit des trains. C'est à la fois vrai et faux. Le bruit du chemin de fer n'est pas le même que celui du trafic routier. Il est régulier et limité. C'est-à-dire qu'il commence, s'amplifie, puis disparaît, et tout redevient calme. Nous ne connaissons donc pas ce grondement et cette rumeur permanente comme dans le cas du trafic automobile, mais nous ressentons tout de même une irritation qui nous perturbe.

Lorsque les fenêtres sont ouvertes, il est impossible d'écouter de la musique dans le séjour, ni même de bavarder tranquillement autour du coin repas. Nous avons donc pris l'habitude d'interrompre nos conversations à l'approche d'un train. Mais le bruit et les vibrations me perturbent essentiellement le soir, lorsque je recherche le calme et la détente, ou encore tôt le matin lorsque je m'adonne à la méditation.

Je pense qu'avec une telle densité de trafic, l'être humain ne peut pas s'habituer au bruit. Je ne dors pas plus mal qu'avant, mais je me sens moins enjouée. Je suis convaincue que le système nerveux réagit à cette agression. Je me demande parfois l'influence que le bruit peut avoir sur les enfants. Quoiqu'il en soit, nous quittons la ville le plus souvent possible pour nous reposer un peu de tout ce bruit.

Je ne suis pas sûre que nous occuperons ce logement encore longtemps. Pourtant, l'appartement nous plaît bien. On se console en se disant que le nouveau matériel roulant devient plus silencieux. Mais cela est contrebalancé par un trafic toujours plus dense. Le pire est que ce bruit ne connaît ni week-end, ni vacances, et ne cesse jamais.



Les effets indirects  
du bruit





**Richard Kofler**  
**Wetzikon, Bahnhofstrasse:**  
**19 700 véhicules par jour**

Aujourd'hui, je ne pourrais plus habiter ici. Bien que j'aie passé toute mon enfance dans cette maison et que ce magasin appartienne à ma famille depuis plus de 50 ans. Quand j'ai repris le café et la pâtisserie de mes parents il y a vingt ans, j'ai cherché un logement plus calme. Ma mère habite encore ici. Elle est retirée derrière ses fenêtres fermées, et elle peste de plus en plus contre les camions, toujours nombreux, qui font vibrer la maison. Elle ne comprend pas qu'on puisse nous laisser dans tout ce trafic. Quand je travaille derrière, dans le fournil, le bruit ne me gêne pas, pour autant que les portes soient fermées. Le personnel ne s'est encore jamais plaint. L'activité dans le café est elle-même génératrice de bruit: la machine à café, les tasses, la conversation des clients. Mais en été, lorsque la porte est ouverte, ce bruit permanent m'énerve. Le vacarme est tel que les clients ont progressivement déserté notre jardin. C'est là que j'ai décidé de réagir. J'ai fait construire un mur de protection en verre qui m'a coûté 140 000 francs. Il retient 40 pour cent du bruit et nous protège aussi de la poussière. Du coup, les clients reviennent.

Il y a des années de cela, mon père s'était activement engagé pour la mise en place d'une déviation, mais on n'en a jamais vu la couleur. Bien que le canton n'ait pas d'argent, il est obligé de financer les fenêtres antibruit, parce que les valeurs limites sont largement dépassées. Quelquefois, lorsque je fais quelque chose dehors, ne serait-ce que balayer devant la maison, je deviens fou furieux et j'ai souvent imaginé lancer des pierres. Bien que je sois moi-même automobiliste et en aucun cas un militant vert.



**Maria Lichtsteiner**  
**Lucerne, Bundesstrasse:**  
**19 000 véhicules par jour**

C'est la nuit que je subis le plus les nuisances du bruit, parce que je ne peux pas y échapper, même fenêtres et volets fermés. Mon sommeil est très superficiel. Je suis réveillée vers quatre heures du matin avec les premières voitures et je n'arrive pas à replonger dans un sommeil profond. Chaque bruit me réveille à nouveau. Le matin, je ne me sens pas vraiment reposée, pas vraiment bien, et quelquefois même «speedée». Le pire, c'est lorsque j'ai quitté l'appartement pendant quelques jours, il m'arrive alors souvent de ne pas fermer l'œil la première nuit.

Quand je travaille dans mon atelier, le bruit me dérange moins. J'arrive mieux à en faire abstraction. Mais je ne peux pas écouter de musique en travaillant. Le mélange de la musique et du bruit de la circulation me donne la nausée.

J'ai déménagé ici pour me rapprocher de mon amie qui habite aussi cet immeuble et aussi parce que l'appartement est grand, situé au centre-ville et bon marché. Mais le manque de sommeil profond et de calme me ronge les nerfs. Je pense que je vais à nouveau déménager.

*Lisbeth Herger et Hans-Peter Jost ont dressé le portrait de quelques victimes du bruit pour le compte du Cercle Bruit.*



# Habiter dans le bruit, non merci!

**Le marché immobilier s'accommode mal de situations bruyantes**

Thomas Gastberger

Le bruit constitue un facteur influant majeur sur le marché de l'immobilier. Dans l'appréciation de leurs conditions de logement, près d'un quart des habitants se plaignent d'une isolation phonique insuffisante ou d'un niveau de bruit excessif. L'importance du calme n'en est que renforcée lors de la recherche d'un logement. Les critères «environnement calme» et «bonne isolation acoustique» viennent en quatrième et cinquième positions (voir illustration 1), si bien que les appartements bruyants trouvent de moins en moins preneur. Ce fait est d'autant plus important que la balance penche à présent du côté de la demande sur le marché immobilier.

## Calme et autocontrôle acoustique

Qui dit «calme» en parlant d'un appartement sous-entend qu'il est à la recherche d'un logement protégé contre les bruits qui y pénètrent ou qui «polluent» son environnement immédiat (p. ex. balcon, coin repos). Mais le «calme», c'est aussi une situation à laquelle on aspire et pour laquelle on s'accorde un temps durant lequel les conditions acoustiques doivent être optimales, c'est-à-dire... calmes. Il ne suffit donc pas d'abaisser le niveau sonore de quelques décibels, mais bien de se ménager de longues pauses sans bruit.

Autre aspect du calme, «l'autocontrôle acoustique» consiste pour l'être humain à maîtriser les bruits qui l'atteignent ou dont il est la source. Il ne les maîtrise plus dès qu'ils sont considérés comme indésirables. Le calme ne se résume donc pas à l'absence de bruit: il s'agit en fait de la libre détermination de ce que nous considérons comme du bruit. A l'intérieur de la maison, la notion d'autocontrôle acoustique est plus importante qu'à l'extérieur. Prenons

**Un coup d'œil sur les petites annonces immobilières montre clairement qu'une situation calme constitue le meilleur des atouts. En revanche, l'absence de mention du calme fait froncer les sourcils: y aurait-il un problème? L'autoroute passerait-elle à travers la chambre à coucher? Bien que le marché immobilier soit devenu plus tendu, il se construit toujours des logements à la limite des valeurs de bruit admissibles en certains endroits peu attractifs. Et l'on ne s'étonne que lorsque personne ne veut y habiter.**

l'exemple du bruit émis par un avion: il est considéré comme gênant aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, bien que son niveau à l'intérieur du logement soit nettement plus faible.

## La notion de calme présente une plus grande importance aujourd'hui qu'autrefois

La population accorde de nos jours une plus grande importance à la tranquillité de son lieu de résidence qu'il y a 30 ans. L'extraordinaire expansion du trafic routier, ferroviaire et aérien y est certainement pour quelque chose. Il est vrai que les véhicules sont devenus plus silencieux, mais cet avantage a été pratiquement gommé par l'augmentation du nombre de véhicules en circulation et des distances parcourues. Le niveau de bruit moyen auquel est soumise la population est donc plus élevé. Mais la plus grande sensibilisation au bruit provient essentiellement de l'accroissement du trafic le soir et la nuit et, partant, de la réduction de la pause nocturne. Il ne suffit en effet que de quelques événements bruyants pour être réveillé la nuit. Mais la difficulté va encore s'amplifier avec la flexibilité des heures de travail exigée – et peut-être nécessaire – ainsi qu'avec l'importante augmentation de la circulation induite par les loisirs.

## Les limites de la protection juridique

Le bruit, au sens d'un phénomène acoustique non souhaité, est essentiellement généré dans les logements par les appareils électroniques de loisirs de même que par les autres activités des occupants. S'y ajoutent les sources externes telles que le bruit du trafic routier, ferroviaire et aérien, ainsi que les bruits émis dans l'environnement immédiat. Mais le bruit issu de l'intérieur de la maison et le bruit pénétrant de l'extérieur dans une maison ouverte nécessitent fondamentalement deux traitements différents.

Pour ne pas devoir subir la musique techno du voisin, il faut que sols et cloisons offrent une bonne isolation phonique. Les normes de construction en vigueur pour la protection acoustique des immeubles (norme SIA 181) définissent pour les constructions neuves un certain nombre d'exigences minimales auxquelles les bâtiments anciens ne satisfont le plus souvent pas.

Les bruits issus de l'environnement extérieur et des axes de circulation exigent une isolation satisfaisante de l'enveloppe extérieure. De bonnes fenêtres ne protègent que si elles sont fermées. Mais la qualité de vie suppose que l'on puisse aussi mener une existence tranquille lorsque la fenêtre est ouverte. C'est pourquoi l'ordonnance sur la

# 25



Les effets indirects du bruit

protection contre le bruit (OPB) dispose que les valeurs limites significatives ne doivent pas être dépassées au milieu de la fenêtre ouverte.

On accorde également une importance de plus en plus marquée au calme dans l'environnement résidentiel immédiat. L'OPB ne s'applique toutefois qu'au séjour et à la chambre, et ne concerne pas l'extérieur. Aucune valeur limite n'est fixée pour les jardins, les coins repos et les balcons. Or, les exigences applicables à une fenêtre de chambre ouverte ne garantissent en rien un environnement résidentiel calme, car une disposition judicieuse de la construction sur le terrain peut éventuellement éloigner ou diminuer le bruit aux fenêtres nécessaires à l'aération de la pièce, mais les balcons et les coins repos du jardin n'en subiront pas moins des niveaux sonores élevés.

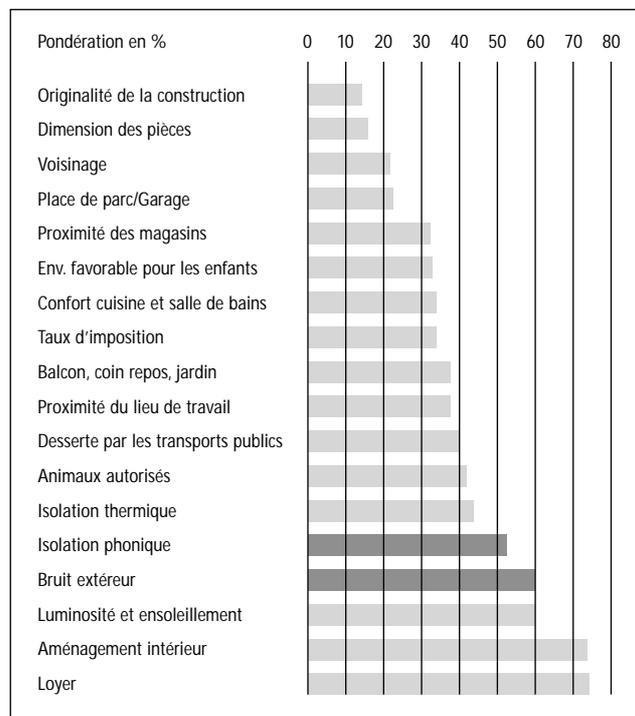
Une autre déficience de la législation actuelle concerne la cuisine. Ce local, bien qu'il soit l'une des pièces les plus utilisées, ne bénéficie d'aucune protection et est traité par l'OPB de la même façon que la salle de bains. Tandis que les locaux professionnels non générateurs de bruit à proprement parler (p. ex. bureaux, magasins, ateliers) se voient affecter une valeur limite supérieure de 5 dB (A) à celle des logements, la cuisine jouit du statut d'un placard à balais. Or, pour peu que la cuisine soit dotée d'un coin repas, elle devrait être considérée comme un local particulièrement sensible au bruit.

### Plus de nuisances, même le week-end

Le bruit gêne plus la nuit que le jour. Les valeurs limites fixées par l'OPB tiennent compte de cet état de fait par une différence de 10 dB. A la question de savoir à quels moments le bruit dérange le plus, on constate qu'il est plus mal ressenti le week-end que pendant la semaine. De plus, les personnes exposées au bruit se sentent nettement plus agressées après 18 heures. Les valeurs limites définies pour le bruit industriel et artisanal en tiennent compte en faisant débiter les heures de nuit à 19 heures. Par contre, les sources de bruit largement dominantes que sont la route et le rail ne se voient appliquer les normes nocturnes plus sévères qu'à partir de 22 heures.

*Thomas Gastberger est collaborateur du service spécialisé de la protection contre le bruit du canton de Zurich*

### Critères pour la recherche d'un appartement



1

### Bruit et état des bâtiments

L'état des bâtiments témoigne bien de leur exploitation par les propriétaires. L'exposition au bruit subi semble jouer un rôle. Des études empiriques faites à Bienne montrent que l'état des bâtiments dans les zones bruyantes est nettement plus mauvais que celui des immeubles des quartiers calmes. Les immeubles collectifs soumis à un bruit intense sont ainsi le plus souvent exploités comme s'ils étaient promis à la démolition. Les locaux à usage professionnel, surtout si leur situation est centrale, tirent leur épingle du jeu en présentant une plus grande résistance au bruit.



Fig. 1: Le «bruit» vient en quatrième position lors de la recherche d'un logement. (source NZZ 1988)

Fig. 2: Les balcons et les coins repos au jardin appartiennent à notre culture de vie au même titre qu'une salle de séjour confortable. Malgré cela, l'OPB reste muette sur ces espaces extérieurs.



# Le bruit, phénomène social

Michal Arend

Le bruit nous affecte tous, mais certains plus que d'autres...

En Suisse, pays densément peuplé, le calme est devenu une denrée rare, chère et inégalement répartie entre les différents groupes de la population. Les économiquement faibles, et/ou certaines catégories défavorisées sur un autre plan, doivent se contenter de logements peu convoités – et meilleur marché – situés dans des endroits bruyants, tandis que les privilégiés ont les moyens de s'installer dans des endroits plus calmes, où ils échappent au bruit qu'ils ont contribué à provoquer. Les différentes nuisances sonores qui affectent les ménages ont des conséquences et des répercussions sociales importantes. Par un phénomène de réactions en chaîne diverses, le bruit accentue les différences sociales et crée des inégalités.

Le bruit agit sur l'individu à trois niveaux:

- il affecte le bien-être physique et psychique, et donc la santé de l'individu.
- il influe sur les activités, sur la communication et les contacts des individus dans leur logement et avec leurs voisins.
- il joue un rôle dans l'intégration sociale et dans la participation à diverses activités communautaires ou sociales.

## Cercles infernaux et réactions en chaîne

Les troubles du sommeil et le manque de repos, qui peuvent se traduire par un rendement professionnel ou scolaire réduit, sont des exemples courants de l'impact négatif que le bruit peut avoir sur notre santé. Les personnes qui habitent dans des endroits bruyants partent ainsi défavorisées dans la vie, lorsqu'il s'agit de gravir l'échelle sociale, ou de surmonter leurs faiblesses ou leurs handicaps.

En rapport avec les activités susmentionnées, il convient de relever les situations où la circulation routière et le bruit qu'elle engendre affectent sérieusement la communication à l'intérieur de la famille, et les possibilités de jeux pour les enfants. Véritables barrières physiques, les routes très fréquentées rendent difficiles, voire impossibles, les contacts entre voisins, et, partant, contribuent à l'isolement et à la solitude des riverains. Le fait d'habiter à proximité des grands axes routiers bruyants peut également être à l'origine d'un sentiment d'exclusion, d'une agitation et d'un besoin de mobilité incessante et compensatoire. Cela explique le phéno-

mène de «cercle infernal», lié à la circulation routière et à son corollaire, le bruit, qui pousse la «victime» à sauter dans sa voiture pour aller chercher un peu de calme loin de chez elle, ce qui provoque un nouveau déplacement, et donc une nouvelle nuisance sonore.

## Juxtaposition de sites attrayants et de sites peu convoités sur un espace réduit

Le bruit rend les logements moins attractifs, et il modifie durablement le territoire urbanisé. Autrefois, la subdivision entre zones d'habitat «bonnes» et zones «moins bonnes» concernait généralement les quartiers des villes ou des agglomérations importantes et connexes; aujourd'hui, la circulation routière, presque omniprésente, et ses immissions, entraîne une cohabitation de bons et de mauvais sites sur un espace réduit. La canalisation du trafic sur des axes très fréquentés, et la rareté du trafic entre ces axes, renforcent encore cette évolution. Autrefois, la répartition de la population dans les villes s'inspirait du modèle des «cercles concentriques», avec de fortes concentrations de groupes sociaux à problèmes et à bas revenus, dans des quartiers proches du centre. Aujourd'hui, on observe une revitalisation des centres-villes, et, parallèlement, une dévalorisation des zones d'habitation situées en banlieue ou dans la périphérie de la ville. La plupart du temps, ces zones d'habitation sont situées le long de corridors très exposés au bruit, où les travaux d'entretien et de rénovation sont souvent négligés.



Les effets indirects du bruit

L'étroite proximité des sites revalorisés et des sites dépréciés se répercute sur la composition sociale de la population résidente, et elle induit une hétérogénéité sociale nettement accrue parmi les riverains. Le brassage social présente bien des avantages, mais il comporte aussi des revers: les évidences collectives font place aux identités individuelles, et beaucoup se sentent dépassés par ce changement. L'envie de copier et d'adopter le style de vie plus cher et les habitudes de consommation des «autres», qui sont mieux lotis financièrement, peut également entraîner un stress pour l'individu. Enfin, le brassage social sur un espace réduit peut également devenir problématique si des individus ou des ménages étrangers sont minorisés dans la majorité helvétique: victimes de sentiments xénophobes ou racistes, ils ont alors plus de mal à se défendre contre de telles discriminations.

*Les ménages d'étrangers prédominent dans les zones d'habitation bruyantes. Les quelque vingt axes de circulation à proximité desquels on rencontre les plus forts pourcentages d'étrangers sont aussi pour la plupart des voies de transport très fréquentées, ou sont situés à proximité des routes de transit.*

## Pas d'alternative pour les retraités, les étrangers et les familles monoparentales

La plupart du temps, les personnes qui vivent dans des quartiers bruyants sont celles qui, faute de revenus suffisants ou parce qu'elles ont fait l'objet de discrimination lors de l'attribution des logements, n'avaient aucune autre possibilité. Ces groupes sont donc également les «garants» de la location d'un genre de logements peu appréciés et exposés au bruit. Les groupes sociaux qui vivent dans ces quartiers bruyants, appartiennent souvent aux catégories suivantes:

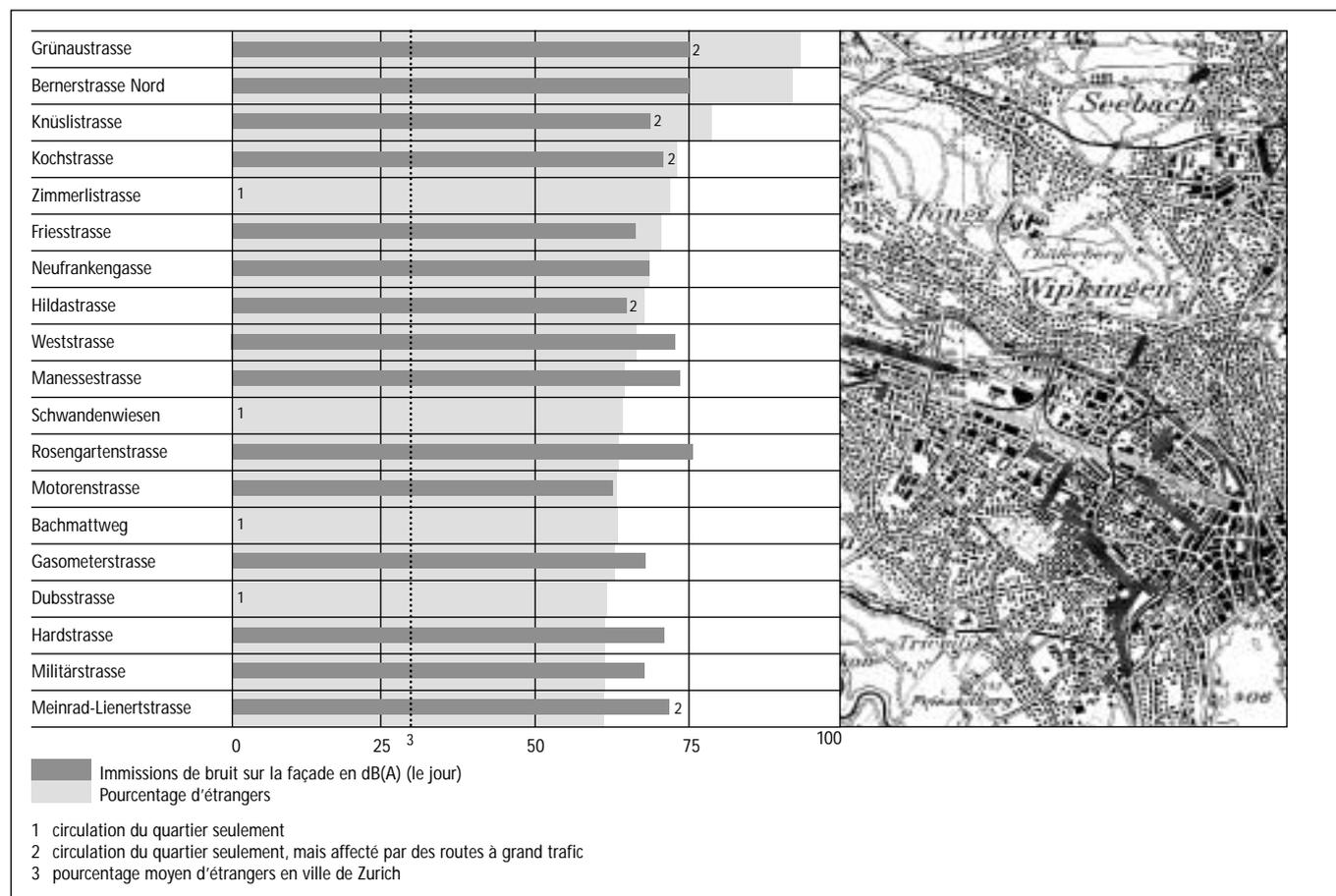
- les ménages de retraités ou de personnes âgées, à faibles revenus, qui habitent depuis longtemps dans le même logement, et qui y restent même après l'arrivée du trafic routier qui déprécie leur environnement. Pour les personnes âgées, l'isolement provoqué par la circulation routière et le bruit qu'elle provoque peut être particulièrement lourd de conséquences, s'il est associé à une faiblesse physique et à une tendance au repli antérieure.
- les ménages d'étrangers, dont le pourcentage vivant aux abords de routes très fréquentées, peut atteindre sans autres 60% ou plus (voir Fig.1). Ce pourcentage, effectivement atteint dans de nombreux endroits,

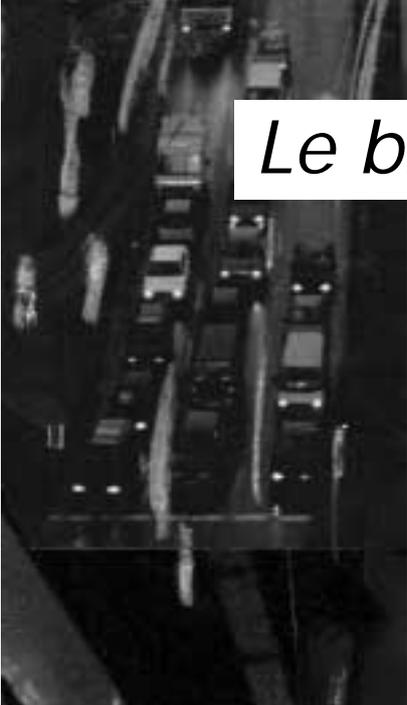
contraste violemment avec le principe standard du «mélange équilibré de locataires», que la plupart des loueurs et propriétaires institutionnels s'efforcent d'appliquer dans leurs immeubles et dans leurs lotissements. Par crainte de garder des logements vides et du manque à gagner correspondant, les propriétaires louent néanmoins les appartements peu demandés (presque) n'importe quel ménage, dans la mesure où celui-ci est en mesure de payer régulièrement son loyer.

- les familles monoparentales, souvent obligées de trouver de toute urgence un appartement de plusieurs pièces bon marché, et qui sont particulièrement tributaires de liaisons de transport rapides, pour accéder facilement à leur lieu de travail, ainsi que pour maintenir des contacts sociaux.
- Les trois catégories sociales susmentionnées ont un point commun: elles habitent généralement dans des logements à loyer modéré, dans des endroits bruyants. Cela allège certes leur budget, mais par ailleurs, cela ne facilite pas particulièrement leur intégration, ni leurs contacts sociaux, et pas davantage leur participation à des activités communautaires. Au surplus, cela ne les aide guère à surmonter leurs faiblesses, leurs handicaps ou combler leurs besoins.

*Michal Arend est sociologue et partenaire du Bureau d'études Synergo à Zurich.*

### Rues de Zurich où le pourcentage d'étrangers est le plus élevé





# Le bruit a son prix

Rolf Iten **Le bruit engendré par le trafic épargné par le principe du pollueur-payeur**

Le silence est un bien auquel il est accordé une valeur croissante. Ceci est perceptible au fait que nous devons toujours faire plus pour échapper au stress du quotidien et goûter le calme dans un endroit tranquille. Ou encore investir de plus en plus en installant fenêtres ou murs antibruit. D'un autre côté, ce fait démontre que l'émission de bruit entraîne des coûts économiques qui peuvent se mesurer ou plus exactement s'estimer de différentes manières. Mais comme ni le calme, ni son opposé négatif qu'est le bruit ne constituent des marchandises négociables sur le marché, il faut recourir à des schémas de pensée hors normes pour en saisir la réalité sous forme de catégories économiques, c'est-à-dire d'unités de compte.

Une voie possible pour exprimer le bruit en espèces sonnantes et trébuchantes consiste par exemple à effectuer une sorte de détection de traces. Il convient en effet de relever les traces que le calme ou le bruit laissent dans le domaine économique, qu'il s'agisse des prix du marché ou des budgets des ménages et des entreprises. Il est par exemple possible d'interpréter les dépenses que nous engageons pour obtenir la tranquillité comme référence de l'évaluation de la valeur du calme. Les dépenses consenties pour l'installation de fenêtres antibruit ou de murs de protection acoustique correspondent pour nous à l'achat d'une certaine quantité de calme. Une autre méthode d'évaluation du coût du bruit en francs consiste à étudier les effets du bruit ambiant sur la valeur foncière des terrains ou sur les loyers. On remarque en effet que des appartements comparables se négocient à un prix plus élevé s'ils se situent dans une zone tranquille. Inversement, les appartements situés en environnement bruyant sont comparativement meilleur marché. Les différences de prix peuvent donc être interprétées comme prime au silence ou comme dépréciation pour la nuisance qu'est le bruit.

## Le coût du bruit: une grandeur non négligeable

Nous disposons aujourd'hui des résultats de toute une série d'études destinées à estimer, à partir de méthodes statistiques évoluées, les coûts inhérents à la production de bruit. La difficulté réside toutefois dans l'évaluation du bruit imputable à la circulation. Le trafic constitue en effet de loin la cause la plus importante de bruit. Près de 30 pour cent de la population subissent actuellement les nuisances critiques liées au bruit généré

# 20



*Les effets indirects du bruit*

par la circulation automobile. Mais le bruit causé par la circulation ferroviaire n'est pas négligeable non plus. De même, le bruit occasionné par le trafic aérien dans l'environnement proche des aéroports est reconnu comme gros problème depuis de nombreuses années. L'évaluation a été réalisée en général par la méthode de comparaison des prix des loyers. Les études (voir références bibliographiques) aboutissent à des ordres de grandeur comparables. Dans différentes villes de Suisse (Zurich, Bâle, Neuchâtel), il est observé pour les logements subissant un niveau de bruit supérieur à 50 dB(A) dans la journée des différences moyennes de loyer de l'ordre de 70 à 100 francs suisses par mois, précisément dues à l'influence du niveau de bruit supplémentaire subi par les appartements en question. Ces études se réfèrent au trafic automobile, à l'exception de celle de Pommerehne qui concerne le trafic aérien. Les résultats peuvent en principe être transposés au bruit généré par le trafic ferroviaire, tout en tenant compte toutefois d'un «bonus de bruit» de 5 dB(A) habituellement accordé au bruit causé par le rail. Il est donc possible d'évaluer le coût du bruit à partir des différences observées dans le montant des loyers. A cet effet, les différences en fonction de la classe de bruit doivent encore subir une intégration en fonction du nombre de logements exposés au bruit. D'après les estimations du Service du trafic, l'ordre de grandeur des coûts liés au bruit généré par la circulation routière et ferroviaire dépasse le milliard de francs par an. L'essentiel de ce coût, soit près de 90 pour cent, est imputable au trafic routier.

### Des frais externes...

Le coût inhérent au bruit fait partie des frais dits externes qui sont, tout comme les coûts internes (p. ex. essence ou entretien des véhicules), des dépenses générées par une certaine activité. Mais contrairement aux coûts internes (privés), les frais externes ne sont pas pris en compte par les acteurs du trafic lorsqu'ils prennent des décisions, dans la mesure où ils ne les supportent pas directement du fait de leur imputation à la collectivité. Chaque trajet effectué en automobile génère du bruit et par conséquent des frais de protection contre le bruit pour ceux qui le subissent. De la même façon, l'automobiliste ne tient en tout état de cause pas compte des coûts découlant par exemple des suites d'un accident, pas plus que de la pollution de l'air et des atteintes au climat dues au trafic automobile. Ces frais externes non supportés directement par l'utilisateur entraînent des mesures et des coûts, à une échelle bien plus importante que le bénéfice retiré par la société.

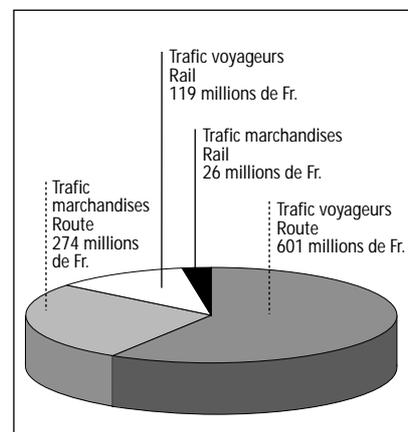
Dans la mesure où le trafic routier génère aujourd'hui des frais externes importants – de l'ordre de 10 milliards de francs par an –, il convient de considérer que notre niveau de mobilité actuel est trop élevé.

### ... qui doivent être comptabilisés

Pour réduire cet «excès de mobilité» et atteindre un niveau optimal, il y a lieu de comptabiliser les frais externes en général et le coût lié au bruit en particulier. Ces coûts devraient être imputés à leurs auteurs en vertu du principe du pollueur-payeur. Ils répondraient ainsi au postulat de vérité des prix. Dans le cadre du Programme de recherche national n° 41 «Transports et environnement», l'INFRAS travaille actuellement au développement d'un concept prenant en compte l'idée de vérité des prix dans la politique suisse en matière de trafic. Des résultats provisoires ont montré que, dans le domaine du bruit, le précepte de la vérité des prix pouvait très bien être appliqué de manière loyale et efficace grâce à une palette d'instruments constituée de mesures de protection actives et passives contre le bruit et liée à un financement fondé sur le principe du pollueur-payeur. L'évaluation en termes financiers de la valeur sociale de la tranquillité peut ainsi apporter une contribution en direction d'un avenir «plus silencieux».

*Rolf Iten est membre de la direction du Bureau INFRAS, à Zurich, qui assure une activité de conseil en matière d'économie et d'environnement*

### Coûts annuels externes respectifs du trafic routier et du trafic ferroviaire



1

Fig. 1: Le bruit coûte globalement 1,02 milliard de francs par an (état 1993). Contrairement aux dépenses d'infrastructure et à celles liées aux suites d'accidents, tous les coûts liés au bruit sont considérés comme des coûts externes. Ils sont intégralement imputés à la collectivité. (Source Infrass 1996)

Fig. 2: Il n'est pas surprenant que les coûts inhérents au bruit soient importants dans les zones à forte densité démographique. Les parts respectives imputables aux transports publics et à la circulation des particuliers à Zurich et à Berne sont toutefois étonnantes. Si l'on part d'une répartition identique (entre trafic privé et public), le matériel roulant neuf (et plus silencieux) du RER zurichois et son taux de fréquentation élevé au moment de l'enquête entraîne un coût du bruit comparativement inférieur. (Source Frey 1994)

### Coûts annuels externes du trafic dans trois agglomérations

	Trafic individuel	Transports en commun
Agglomération zurichoise	300 millions de Fr.	10 millions de Fr.
Région bernoise (VZRB)	70 millions de Fr.	8 millions de Fr.
Ville de Neuchâtel	5 millions de Fr.	

2

*La lutte contre  
le bruit en Suisse*





# Une loi contre le vacarme

Robert Hofmann

## Genèse et principes fondamentaux de l'ordonnance suisse sur la protection contre le bruit

La mobilité a véritablement pris son envol vers le milieu des années 50, et avec elle les nuisances dues au bruit, ressenties ci et là comme gênantes dès cette époque. Une part importante de la population n'était pas disposée à supporter cette évolution en silence.

Otto Schenker-Sprüngli fonda la Ligue suisse contre le bruit, tandis que le conseiller aux Etats Rudolf Stüssi déposait une motion demandant au Conseil fédéral d'agir. Une commission fédérale d'experts se mit au travail avec entrain et rédigea un rapport circonstancié en très peu de temps. Intitulé «La lutte contre le bruit en Suisse», ce document décrivait les multiples aspects du bruit et proposait des mesures de réduction concrètes.

### Premières valeurs indicatives en matière de lutte contre le bruit dès 1963

Le tableau des valeurs limites indicatives provisoires fut un premier résultat primordial. Il fallut ensuite trouver des grandeurs de mesure appropriées permettant de saisir avec objectivité les différentes situations d'exposition au bruit. En outre, il convenait de fixer des valeurs limites; la plus grande prudence était toutefois de mise, vu l'état des connaissances de l'époque, d'où l'expression «valeurs limites indicatives provisoires». Mais ce sera un exemple classique de «provisoire qui dure», 25 ans en l'occurrence. Ainsi, les résultats des mesures étaient comparés à ces valeurs limites. Un dépassement de ces valeurs était considéré comme un indice d'une exposition insupportable au bruit, au sens du Code civil (art. 684). Ces valeurs limites variaient en fonction de l'affectation: le tableau contenait 6 catégories, allant de la zone de détente au grand axe de circulation.

Rétrospectivement, cette solution s'est avérée un coup de maître. Jusqu'en 1986, elle a servi de guide aux autorités et aux juges pour évaluer le bruit. Le secret de cette réussite réside peut-être dans le fait qu'il s'agissait justement de lignes directrices et non pas de règles figées. Les diverses instances ont ainsi pu réunir des expériences en matière de lutte contre le bruit, sans être soumises à de grandes contraintes au départ. Une jurisprudence du Tribunal fédéral s'est constituée et consolidée au fil des ans. Par conséquent, c'est un terrain déjà «défriché» que trouvera la commission qui, à la fin des années 70, s'est attelée à l'élaboration de la loi sur la protection de l'environnement et de l'ordonnance sur la protection contre le bruit.

Bien sûr, l'option choisie en 1963 n'était pas parfaite. En effet, il fallut bientôt se rendre à l'évidence qu'il n'existait pas de système universel de valeurs limites et de grandeurs de mesure applicable à tous les types de bruit. Cette constatation a conduit à la conception du «niveau d'évaluation  $L_T$ »; celui-ci comprend une composante principale, mesurable et objective, à laquelle s'ajoutent une ou plusieurs corrections. Issues de l'expérience, ces dernières permettent de tenir compte du degré de désagrément causé par les divers types de bruit pour un même niveau acoustique. Ensuite, une nouvelle grandeur de mesure fut trouvée: le niveau moyen  $L_{eq}$ . Les expériences faites dans le monde entier ont prouvé qu'elle permet, aussi bien que les anciennes grandeurs, de

refléter la gêne ressentie par la population, tout en présentant des avantages indéniables pour les mesures et les calculs. En d'autres termes, la structure de base de l'ordonnance sur la protection contre le bruit était donnée: on comparait les valeurs effectives, sous forme de niveau d'évaluation, avec la valeur supposée ou limite, et on prenait au besoin les mesures nécessaires. Il ne manquait plus que les règles du jeu. (Fig. 1)

### Bases et structure de l'ordonnance sur la protection contre le bruit

La loi sur la protection de l'environnement de 1983 reflète un net changement de perception, étroitement lié au rapport du Club de Rome (1972) traitant des limites de la croissance. Les premières tentatives de lutte contre le bruit misaient essentiellement sur la prévention, en visant à éviter des situations peu favorables par le biais de la planification. Mais dans la plupart des cas il était déjà trop tard... L'introduction du principe de causalité et de la notion d'assainissement a donné une toute nouvelle orientation à cette lutte. Désormais, l'auteur du bruit doit prendre des mesures à la source afin que les valeurs limites soient respectées. L'obligation de supporter les frais engendrés par des émissions sonores excessives doit jouer le rôle de moteur dans la lutte contre le bruit. Néanmoins, les dépenses et l'effet obtenu doivent être proportionnels.

L'ordonnance sur la protection contre le bruit comprend quatre parties principales. La première (installations, chap. 3 et 4 OPB) traite des sources de bruit et des obligations incombant aux exploitants d'installations. La deuxième (chap. 5 et 6 OPB) est consacrée aux bâtiments à usage sensible au bruit et aux restrictions à la construction en fonction de l'exposition au bruit. La troisième (chap. 7 OPB) contient les règles générales applicables à la détermination des niveaux d'évaluation. La quatrième enfin (les annexes) donne les règles détaillées ainsi que les valeurs limites chiffrées, en fonction du type de bruit.

Avec un certain recul, nous voyons que l'ordonnance sur la protection contre le bruit est un instrument éprouvé dont les bases sont certes dérivées du rapport d'experts de 1963, mais qui permet d'emprunter des voies nouvelles. Aujourd'hui, les autorités ont un rôle actif à jouer. Ainsi, ce n'est plus le citoyen qui doit agir en droit, mais il incombe aux autorités d'intervenir lorsque les règles sont violées. Autre innovation: le principe de causalité, en relation avec la ferme volonté de procéder aux assainisse-

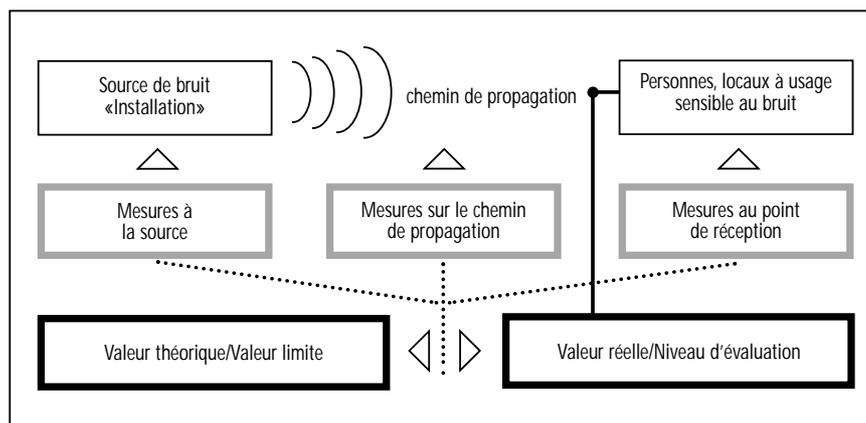
ments nécessaires. Les événements récents indiquent toutefois une tendance des propriétaires d'installations publiques ou concessionnaires sources de bruit à esquiver leurs responsabilités financières. Ils exploitent la possibilité offerte par la loi de dépasser les valeurs limites, en se contentant de prendre des mesures d'isolation acoustique au niveau du récepteur, le plus souvent en posant des fenêtres antibruit. Cette façon de faire est cependant en contradiction flagrante avec le principe de base sur lequel est fondée la loi sur la protection de l'environnement, qui donne la priorité à la lutte contre le bruit à la source. Les fenêtres antibruit sont et restent une mesure palliative.

*Robert Hofmann est chef de la division Acoustique et lutte contre le bruit de l'EMPA/LFEM à Dübendorf*



La lutte contre le bruit en Suisse

La lutte contre le bruit comme système de contrôle





# Trois plus un font quatre

La protection contre le bruit s'attaque-t-elle aux vrais problèmes?

Samuel Hinden

Les trois niveaux de la lutte contre le bruit tels qu'ils sont définis dans la loi sur la protection de l'environnement (LPE) et l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) sont bien connus. En premier lieu, il s'agit de limiter le bruit par des mesures prises à la source; en deuxième lieu, il faut empêcher sa propagation; enfin, si tout cela ne suffit pas, ou n'est pas possible, il convient en troisième lieu d'intervenir auprès des personnes touchées. Si ces trois principes sont effectivement mis en pratique, le premier l'est trop rarement, alors que le dernier l'est malheureusement trop souvent. Le quatrième élément d'une lutte moderne contre le bruit est fréquemment oublié ou négligé: il s'agit de la prise en compte des nuisances sonores dans le cadre des plans d'affectation et de la planification des transports.

Mais commençons par le début. La LPE applique à la lutte contre le bruit le même principe qu'à la limitation des pollutions atmosphériques. Au centre se trouve l'article 11, qui renferme toutes les dispositions importantes relatives aux mesures prises à la source, soit au lieu d'émission. Il s'agit d'empêcher ou de réduire les pollutions. On y parvient notamment en encapsulant les machines ou en mettant au point une technique de freinage peu bruyante pour les trains.

## Tentatives désespérées de faire écran au bruit

Conscient que cette dernière mesure ne serait pas toujours aisée à appliquer, le législateur a contourné la difficulté. Le lecteur non averti n'y verra peut-être que du feu, mais l'expression «à la source» peut être interprétée comme voulant dire aussi «près de la source», ce qui laisse la porte ouverte aux mesures du deuxième niveau: parois antibruit et mesures semblables, destinées à empêcher la propagation des nuisances sonores, ou du moins à les atténuer. Seulement voilà, l'amélioration se limite aux immissions; les émissions, pour leur part, ne diminuent pas d'un seul décibel. Toujours est-il qu'à un point précis «dans la nature», le bruit devient ainsi moins perceptible, au prix, il est vrai, d'aménagements plus ou moins coûteux et d'une esthétique parfois douteuse. Aussi ces mesures sont-elles considérées comme valables. Les fenêtres insonorisées ne sont guère que des succédanés qui permettent de réduire le bruit à l'intérieur des locaux. Certes, elles permettront de trouver un peu de calme, au moins derrière les vitres fermées, mais cela n'a plus rien à voir avec la protection de l'environnement.

## Une bonne protection contre le bruit commence par l'aménagement du territoire

Dans la pratique, les fenêtres insonorisées constituent trop souvent l'unique solution réellement applicable, notamment dans le cadre de la lutte contre les émissions sonores du trafic routier. Et aux endroits où il est possible d'aménager des parois antibruit, l'esthétique y gagne rarement. On a généralement tendance à sous-estimer les possibilités d'intervention à la source. Pourtant, personne ne devrait ignorer que la solution la plus judicieuse et la plus avantageuse consiste à tenir compte du bruit et de sa propagation dès le stade de la planification.

A cet égard, on ne peut pas se contenter de «mesures de construction ou d'aménagement susceptibles de protéger le bâtiment contre le bruit ou de la disposition des locaux à usage sensible au bruit sur le côté du bâtiment opposé au bruit», conformément à l'OPB. Si ces aspects méritent certes d'être davantage pris en compte – ce qui permettrait d'obtenir certains résultats pour des projets de construction isolés –, les émissions sonores, là encore, ne diminuent pas d'un seul décibel.

Quatrième élément de la lutte contre le bruit, la planification est en fait le premier et en même temps le plus ancien, étant donné qu'elle figure déjà dans la loi sur l'aménagement du territoire. Les autorités «soutiennent par des mesures d'aménagement les efforts qui sont entrepris notamment aux fins de maintenir un milieu bâti favorable à l'habitat.» Et encore: «Les territoires réservés à l'habitat et à l'exercice des activités économiques seront aménagés selon les besoins de la population et leur étendue limitée. Il convient notamment de répartir judicieusement les lieux d'habitation et les lieux de travail, et de les doter d'un réseau de transports suffisant; de préserver autant

### Article 11 de la loi sur la protection de l'environnement

Principe

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 apparaît ou s'il y a lieu de présumer que les atteintes, eu égard à la charge actuelle de l'environnement, seront nuisibles ou incommodes.

que possible les lieux d'habitation des atteintes nuisibles ou incommodantes, telles que la pollution de l'air, le bruit et les vibrations», et ainsi de suite. Bravo! Voilà exactement ce qu'il nous faut!

Si nous avions pris ces exigences au sérieux et axés toutes nos activités en conséquence, l'exposition au bruit serait nettement plus faible. Au lieu de cela, nous avons laissé pousser des quartiers de villas orientés vers des places de tir. Nous avons autorisé la construction de centres commerciaux à l'extérieur des structures urbaines existantes, et l'installation de tunnels de lavage dans les zones d'habitation. Nous avons permis que d'idylliques auberges de campagne soient transformées en discothèques, etc., etc., etc. Etant donné qu'aucune de ces décisions ne semble avoir de répercussions sur les problèmes de circulation et de bruit dans leur ensemble, personne ne se sent concerné à prendre le taureau par les cornes.

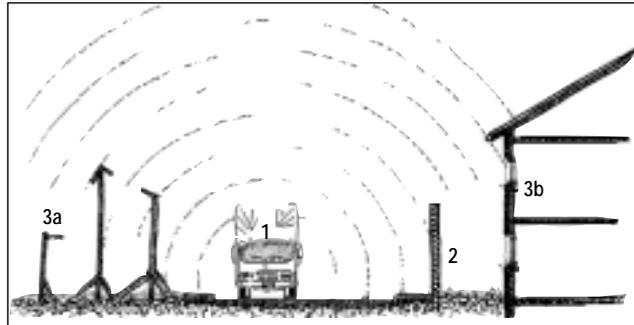
Outre les assainissements au sens de l'OPB, nous devons utiliser davantage les instruments de l'aménagement du territoire pour lutter contre le bruit, en particulier dans le domaine du trafic. Si le tissu urbain était densifié de façon ciblée et décentralisée en des lieux bien desservis par les transports publics; si, dans toutes les activités, les piétons et les cyclistes avaient la priorité et, si enfin les affectations étaient examinées compte tenu de leurs émissions sonores, le problème du bruit deviendrait moins aigu. Une belle utopie? Je pense que non. Nous devons toutefois avoir le courage de prendre aujourd'hui des options à long terme qui profiteront à la génération de nos enfants. L'important est la direction choisie.

En effet, ce que nous construisons actuellement au mauvais endroit sera probablement encore au mauvais endroit dans 40 ans! Alors que les nuisances sonores se sont accumulées pendant des décennies, le délai accordé pour les atténuer n'est étonnamment que de 15 ans. Le problème appelle une double stratégie. Il faut assurer aujourd'hui aux personnes souffrant du bruit une

protection aussi efficace que possible au moyen des trois éléments de base de l'OPB. En même temps, nous devons nous attaquer au quatrième élément – les perspectives à long terme – en nous servant des outils de l'aménagement du territoire.

*Samuel Hinden dirige le Comité d'experts en matière de bruit du canton de Berne*

#### Points d'attaque de la lutte contre le bruit selon l'OPB: par où commencer



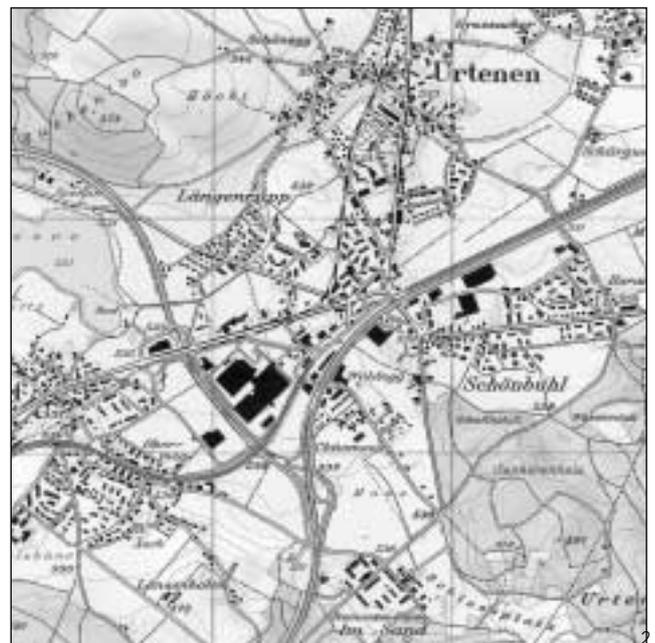
*Fig.1: Les mesures de protection contre le bruit prises à la source (1) ont la priorité. En deuxième lieu seulement il faut prévoir des obstacles sur le chemin de propagation (2). Les nouveaux immeubles (d'habitation) doivent être protégés par une disposition judicieuse des corps de bâtiment, des plans d'ensemble et par des mesures architecturales (3a). L'insonorisation des fenêtres (3b) n'est qu'une solution de remplacement; elle s'applique surtout aux bâtiments existants.*

*Fig.2: La comparaison des cartes montre à quel point la structure urbaine et le réseau des transports ont changé en l'espace de 40 ans seulement. L'autoroute A1 et la construction de centres commerciaux et d'appartements, avec tous les équipements de desserte, ont eu des répercussions durables sur l'ensemble de la région bernoise. (Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie du 19.2.1998.)*



*La lutte contre le bruit en Suisse*

#### Schönbühl au fil du temps





# Les limites de la sensibilité

Thomas Gastberger

## Explications sur le système des valeurs limites de l'ordonnance sur la protection contre le bruit

**Pour le motard, les pétarades d'une Harley sont une agréable musique. Pour la population vivant le long de la route empruntée par la moto, le même bruit est considéré comme une nuisance. Ce n'est donc ni nouveau, ni étonnant que l'effet perturbateur d'une source de bruit ne soit pas apprécié de la même façon selon la personne qui la subit. Mais comment alors fixer des valeurs limites de bruit applicables à tous?**

Les valeurs limites définies dans l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) ont été déduites des résultats de nombreuses enquêtes socio-psychologiques. L'objectif était de savoir, à partir des réactions d'un nombre représentatif de personnes exposées au bruit, dans quelle mesure celles-ci estimaient perturbant un certain bruit (ou plus exactement un certain niveau acoustique). La référence a été constituée par la nuisance perçue de jour dans un logement, au milieu de la fenêtre ouverte. A donc été considérée comme perturbée par le bruit toute personne évaluant la nuisance subie avec une note supérieure à 4 sur une échelle s'étendant de 0 (aucune nuisance) à 10 (très forte nuisance). Représentés graphiquement, les résultats de l'enquête montrent combien de personnes s'estiment agressées par un certain niveau de bruit, c'est-à-dire qu'elles ont coché la moitié supérieure de l'échelle du questionnaire.

### Où se situe la valeur limite?

Sur cette courbe, la valeur limite d'immission (VLI) constituant le cas normal a été fixée au point où le nombre de personnes s'estimant agressées par le bruit augmente brusquement. Pour le bruit de la circulation routière, la plage correspondante se situe autour de 60 dB(A). Ces enquêtes ont également montré que le même niveau acoustique était perçu différemment selon qu'il s'agissait du bruit émis par une route, une voie ferrée ou une installation industrielle. Afin que les valeurs limites puissent être toujours quantifiées par une même grandeur, les différences de perception constatées ont été compensées par des corrections de niveau (K). Le bruit du trafic routier a servi de valeur de référence. Pour une route moyennement à fortement fréquentée, le

niveau d'appréciation  $L_T$  correspond donc au niveau sonore permanent énergétique équivalent (Leq).

La VLI ne constitue donc pas une limite séparant la tranquillité idyllique du faible bruit, mais une nuisance perçue comme moyenne à forte par 30 à 50 pour cent de la population. La courbe de bruit relevée pour une route sur l'illustration 1 montre qu'à 57 dB(A), seuls 15 pour cent des riverains s'estiment agressés. Ce taux atteint près de 40 pour cent pour 60 dB(A) et plus de la moitié des sondés pour 62 dB(A).

### Diversités des valeurs limites...

Jusqu'à là tout est simple. L'ordonnance a transformé ces résultats en un système de valeurs limites permettant une appréciation spécifique de la situation et utilisable en pratique. Outre les valeurs de jour, elle fixe également les nuisances maximales admissibles pour les heures de nuit. Ces valeurs sont inférieures de 10 dB(A), ce qui, pour la perception humaine correspond à une diminution de moitié du bruit. Il s'agit en effet de tenir compte d'un besoin de calme accru pendant le sommeil.

Les VLI déjà évoquées sont complétées par des valeurs de planification (VP) et des valeurs d'alarme (VA). Ces trois valeurs définissent des immissions maximales agissant sur des bâtiments ou des zones sensibles en matière de bruit. La VP est plus sévère de 5 dB(A) par rapport à la VLI et sert à l'étude de protection antibruit de nouvelles zones constructibles. Pour les nouvelles installations sources de bruit, les VP limitent les émissions en définissant le niveau de bruit acceptable généré par l'installation dans son environnement immédiat. La VA constitue quant à elle un critère définissant l'urgence des mesures. Les niveaux de bruit supérieurs

à la VA sont considérés comme extrêmes et nécessitent le plus rapidement possible des mesures de protection contre le bruit.

### ... et des degrés de sensibilité

La sensibilité envers les bruits ambiants dépend entre autres de l'activité exercée. Les pensionnaires d'une maison de repos ont des exigences autres que les habitants d'un quartier résidentiel typique. Celui qui fait du bruit dans son travail sera sûrement moins perturbé par le bruit issu d'autres activités industrielles et artisanales voisines. Cet état de fait a conduit à établir une différenciation des valeurs de nuisance limites en quatre degrés de sensibilité (DS). Leur attribution respective est effectuée au moment de l'étude de l'affectation et repose sur le degré de nuisance admissible en fonction de l'activité professionnelle exercée selon le principe suivant: qui exerce une activité bruyante est en mesure de supporter plus de bruit. Ceci aboutit, de manière simplifiée, à affecter le DS II à des zones exclusivement résidentielles ou comportant des activités non bruyantes, le DS III à des zones présentant des activités moyennement bruyantes et le DS IV à des activités très bruyantes. Le DS I n'est affecté que très rarement, notamment en cas de besoins de protection antibruit particuliers.

### Le problème des zones mixtes

Dans les zones mixtes (p. ex. zones résidentielles avec facilités d'activités professionnelles), la mise sur un pied d'égalité des activités prépondérantes et de l'utilisation admissible en matière d'aménagement de l'espace n'atteint pas les buts recherchés. D'une part, les logements n'ont rien de commun du point de vue aménagement intérieur avec les bâtiments professionnels.

D'autre part, l'évolution économique induit une diminution des activités bruyantes. La société de prestations de services dans laquelle nous vivons se caractérise par des bureaux, des magasins, des ateliers, des cabinets et autres activités artisanales «tranquilles» ne générant aucun bruit particulier. Ces zones se voient malgré tout affectées du DS III afin de ne pas chasser les activités existantes génératrices de nuisances sonores moyennes. Mais ce sont les axes de circulation qui constituent les sources de bruit dominantes dans ces parties d'agglomérations et ils profitent donc d'une réglementation applicable à tous les types de bruit en matière de valeurs limites des DS correspondants. Le fait d'admettre des activités bruyantes lors de l'aménagement de l'espace entraîne de facto la tolérance légale de plus grandes nuisances sonores imputables à la circulation dans ces zones. Si l'on admet en revanche l'installation d'entreprises le long de routes bruyantes traversant des zones strictement résidentielles, ces changements d'affectation du point de vue protection contre le bruit ne se justifient que si d'autres activités professionnelles moins sensibles au bruit remplacent progressivement à long terme l'habitat résidentiel dans ces zones. Si ce n'est pas le cas, les riverains devront subir à l'avenir des nuisances sonores dépassant les 60 dB(A) qu'ils estiment encore supportables.

### Le bruit, prix d'une localisation centrale

Les zones mixtes se justifient pleinement du point de vue aménagement du territoire. Mais habiter à la lisière d'une agglomération ou habiter au centre offre toutefois des qualités différentes. Pour les zones mixtes, il serait donc judicieux de lier la sensibilité au bruit à la proximité du centre-ville d'une localisation donnée. Ainsi les nuisances subies par un appartement du fait de la circulation automobile seraient partiellement compensées par une offre plus large en matière d'activités culturelles et de loisirs, un plus grand nombre de possibilités d'achat et une desserte optimale par les transports en commun. Cette condition est le plus souvent satisfaite au centre des agglomérations importantes. Il conviendrait en revanche d'agir avec plus de discernement en traitant à part les zones mixtes périphériques.

*Thomas Gastberger est collaborateur du service spécialisé de la protection contre le bruit du canton de Zurich*

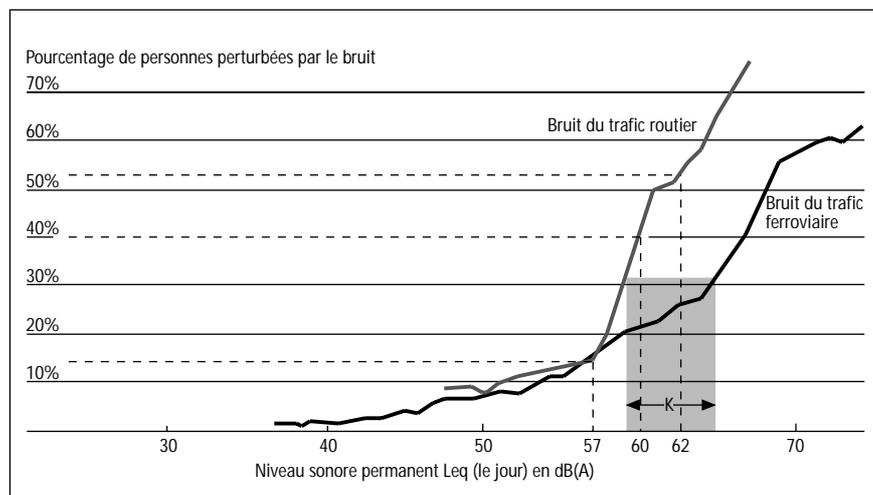
Fig. 1: Les valeurs limites ont été sensiblement placées là où de faibles augmentations du niveau de bruit entraînent un accroissement sensible du pourcentage de personnes s'estimant agressées. Les trains perturbent moins que les camions et les automobiles. Pour que les mêmes valeurs puissent s'appliquer, le bruit d'origine ferroviaire s'est vu affecter d'un facteur de correction K.

Fig. 2: Les paliers de 5 dB du système de valeurs limites ne doivent pas être sous-estimés. Entre une zone résidentielle nouvellement créée sur une verte prairie (VP DS II) et un logement situé en zone mixte (VLI DS III), la différence est de 10 décibels, ce qui correspond à la multiplication par 10 du trafic automobile et à une nuisance sonore multipliée par 2.



La lutte contre le bruit en Suisse

### Effets perturbateurs générés par le bruit du trafic routier et ferroviaire

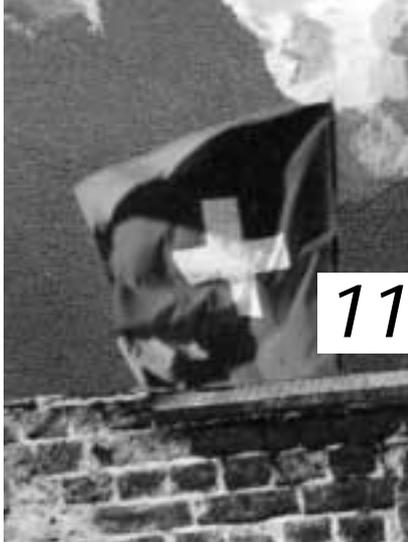


1

### Valeurs limites d'exposition au bruit des trafics routier et ferroviaire

Degré de sensibilité	Valeur de planification		Valeur limite d'immission		Valeur d'alarme	
	L <sub>r</sub> en dB (A)		L <sub>r</sub> en dB (A)		L <sub>r</sub> en dB (A)	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
I Zones de détente	50	40	55	45	65	60
II Zones d'habitation	55	45	60	50	70	65
III Z. d'habitation et z. artisanales	60	50	65	55	70	65
IV Zones industrielles	65	55	70	60	75	70

2



# 11 ans d'OPB

## Bilan d'une décennie de protection contre le bruit

Urs Jörg

Entrée en vigueur en 1987, l'ordonnance sur la protection contre le bruit fait de la lutte contre les nuisances sonores une obligation pour l'Etat et pour les «pollueurs». Un bilan intermédiaire indique les succès remportés et les difficultés financières liées à l'assainissement des installations de transport. Il convient toutefois d'opposer le coût de la protection contre le bruit au bénéfice économique qui en résulte: l'amélioration de la qualité de vie entraîne une diminution des coûts de la santé. En outre, une protection efficace contre le bruit favorise une utilisation mesurée du sol, et génère des impulsions économiques.

Plus que toute autre atteinte à l'environnement, le bruit nous affecte directement: il entrave la communication et perturbe notre sommeil. Il en résulte des réactions de stress, avec toutes ses répercussions négatives sur la santé, qui peuvent même aller jusqu'à l'infarctus. L'urbanisation sauvage, qui, pendant les années 60 et 70, ne faisait guère cas des nuisances sonores produites par les transports, n'a fait qu'aggraver le problème du bruit. Actuellement, environ un tiers de la population suisse est exposée à des émissions de bruit excessives dues au trafic.

### Quel est l'acquis des onze ans d'OPB?

Sans prévoir de délais de transition, l'OPB a exigé que toutes les nouvelles installations bruyantes soient équipées de l'isolation acoustique nécessaire. Aujourd'hui, cette nécessité est devenue une évidence dans la plupart des cas. Les mesures prises dans le domaine de l'aménagement du territoire ont également eu un effet immédiat. Depuis l'entrée en vigueur de l'OPB, il a fallu prendre en considération les émissions de bruit provoquées par le développement de l'urbanisation, et il est dorénavant impossible d'affecter à des fins d'habitation des territoires exposés au bruit. S'agissant de l'assainissement des installations existantes, le Conseil fédéral a fixé un délai allant jusqu'en 2002. A ce jour, les résultats obtenus sont variables. Pour les installations industrielles et commerciales, les travaux d'assainissement se sont déroulés sans problème, et on n'a pas non plus rencontré de difficultés insurmontables du côté des stands de tir à 300 m. Par contre, l'assainissement de l'infrastructure des transports s'est révélé plus délicat.

### Un cinquième seulement des routes bruyantes sont assainies

Au total, 2300 km de routes suisses produisant des nuisances sonores supérieures à la valeur limite d'immission ont besoin d'être

assainies. A cette fin, des investissements à hauteur de 3,5 milliards de francs seront nécessaires. Les travaux d'assainissement sont les plus avancés sur les routes nationales. Les routes principales ont fait l'objet de nettement moins de mesures d'isolation acoustique, et il reste encore beaucoup à faire du côté des autres routes.

A ce jour, plus de 300 projets d'assainissement concernant 340 km de routes, ont été approuvés par la Confédération, pour un montant de 950 millions de francs. Cela représente environ 20% des tronçons routiers à assainir. Les mesures de mise en conformité prévoyaient, outre la pose de fenêtres insonorisantes, l'installation de parois antibruit et de remblais de protection. Jusqu'à présent, quelque 100 000 personnes affectées par le bruit ont profité de ces mesures. Mais on peut d'ores et déjà dire que le délai fixé pour l'assainissement des routes ne suffira pas.

### 1000 km de voies ferrées sont trop bruyantes

Sur l'ensemble du territoire suisse, environ 300'000 personnes habitant à proximité du réseau ferroviaire subissent des nuisances sonores considérables. Environ 50'000 d'entre elles supportent même des émissions de bruit qui dépassent la valeur d'alarme. Sur les 1000 km de voies incriminées, les lignes les plus bruyantes sont celles qui transportent beaucoup de marchandises. Après d'intenses discussions portant sur ce problème, on a créé des groupes de travail interdépartementaux, qui ont arrêté des stratégies d'assainissement. On estime que le coût des mesures antibruit du réseau ferroviaire se chiffrera à environ 2,3 milliards de francs. Vu leur situation financière actuelle, les CFF ne peuvent pas financer seuls les travaux nécessaires. Et même si le financement est assuré, l'assainissement du réseau ferroviaire suisse ne pourra pas être mené à terme dans le délai prévu, qui devra vraisemblablement être prolongé de 5 à 10 ans.

## La protection contre le bruit nécessaire au plan matériel, rationnelle au plan économique.

Même si l'exécution de l'OPB n'a pas progressé au rythme escompté, et en dépit de la situation insatisfaisante en matière de bruit produit par le rail, on peut quand même qualifier le bilan global de positif: aujourd'hui, la protection contre le bruit est incontestée au plan matériel. Les problèmes concernaient fréquemment le financement. Le Parlement a pris ce fait en considération, lors de la révision de la loi sur la protection de l'environnement, en augmentant le pourcentage des droits d'entrée sur les carburants qui est utilisé pour l'assainissement des routes. Ce faisant, le législatif a signifié qu'il prenait au sérieux la lutte contre le bruit.

La protection contre le bruit ne doit plus être considérée sous le seul aspect des coûts: elle se veut davantage une prévention sanitaire, et un moyen d'améliorer le bien-être et la qualité de vie de la population touchée par le bruit. Une fois libérées du bruit, les personnes connaissent généralement un meilleur rendement; elles avalent moins de médicaments, et elles occasionnent moins de frais à la société.

De surcroît, la protection contre le bruit peut entraîner une utilisation mesurée du sol, bien rare en Suisse. En combinant de façon ad hoc plusieurs mesures, il est possible d'utiliser à des fins d'habitat des secteurs qui, sinon, n'entreraient pas en ligne de compte. En outre, les investissements affectés à la protection contre le bruit peuvent induire un impact positif sur l'économie, et engendrer de nouveaux emplois. Il convient également d'opposer le coût de la protection contre le bruit au bénéfice réalisé sur le plan économique, même si celui-ci ne se chiffre pas en francs.

## Le besoin de mobilité doit être compatible avec les impératifs de la protection de l'environnement.

Ces dernières années, les voitures de tourisme sont devenues plus bruyantes: plus lourdes, plus puissantes, souvent équipées de pneus plus larges, elles produisent donc plus de bruit qu'il y a 10 ans. Il reste donc encore beaucoup à faire dans ce domaine. Du côté du rail, l'utilisation de nouveau matériel roulant et de systèmes de freinage peu bruyants a entraîné une diminution considérable des nuisances sonores. Un crédit de 2,3 milliards de francs a également été alloué pour l'assainissement dans le cadre du financement des grands projets ferroviaires. En ce qui concerne le trafic aérien, les progrès réalisés ces dernières années grâce à l'utilisation d'avions moins bruyants seront bientôt réduits à néant. En effet, l'accroissement continu du trafic, lié à la baisse des prix du carburant et des vols, va probablement renforcer à nouveau les nuisances sonores produites par les aéronefs.

Les responsables de l'aménagement du territoire doivent être conscients que, dans une zone densément peuplée, la construction d'installations de transport n'est pas sans conséquence pour la population résidente, qui est affectée par le bruit, et dont la qualité de vie est amoindrie. Lorsqu'ils pèsent les intérêts en présence – infrastructure de transports ou urbanisation respectueuse des impératifs de la lutte contre le bruit –, les décideurs susmentionnés ne donneront pas d'entrée la priorité à la première. Une politique de l'aménagement du territoire axée sur une qualité de vie élevée doit respecter les principes du développement durable. Faute de quoi elle favorise un clivage social, où les groupes les plus faibles continuent à être affectés par le bruit.

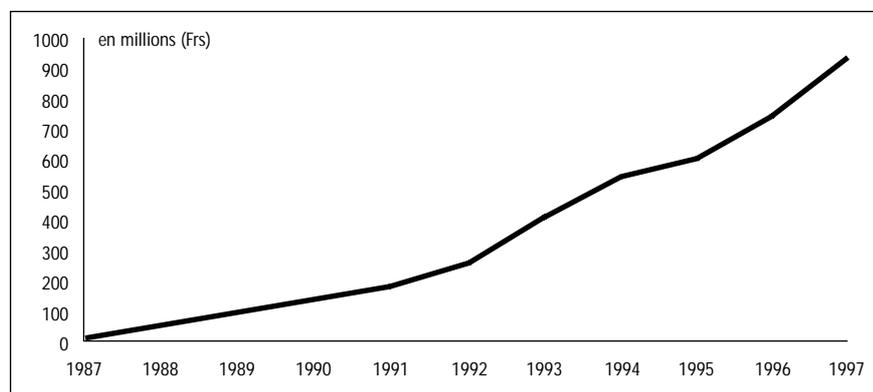
Par conséquent, il faut s'efforcer de mener une politique de la mobilité qui soit compatible avec les impératifs de la protection contre le bruit.

*Urs Jörg est le chef de la division de la Lutte contre le bruit à l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)*

# 39

*La lutte contre le bruit en Suisse*

### Coûts cumulés de la lutte contre le bruit des programmes d'assainissement routiers approuvés.



*Rien que pour la protection contre le bruit le long des routes très fréquentées, on a déboursé jusqu'à présent presque un milliard de francs. Pour quelque 100 000 personnes concernées, l'installation de parois antibruit et de murs de remblais ou au minimum, la pose de fenêtres insonorisantes, a permis d'empêcher, sinon de réduire les immissions de bruit dans leur logement.*



# *Instruction dans le calme d'affaires de bruit*

*Prisca Bucher Nyankson*

## **Joies et frustrations d'une fonctionnaire «antibruit» en poste depuis peu**

Comme lors de la plupart de mes journées de travail, je suis assise à mon bureau. L'ambiance très calme de mon service me permet une lecture attentive des dossiers et l'étude sereine de plans. Je suis seulement quelquefois surprise par un petit rayon de soleil inattendu qui vient balayer les piles de dossiers. Bien, me dis-je, le brouillard s'est déchiré. Et puis je pense soudain à ma promenade de samedi dernier. Les sociétés de tir locales ont en effet passé cet après-midi dans d'autres conditions que moi. Et je me suis demandé pourquoi l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) ne protégeait pas aussi le promeneur.

### **Toutes les fenêtres ne sont pas égales devant la loi**

Oui bien sûr, l'OPB a été conçue pour la protection de l'être humain, mais elle ne protège que les bâtiments d'habitation et plus précisément les fenêtres des locaux considérés comme sensibles au bruit. Je me souviens ainsi d'une certaine demande de permis de construire que j'ai dû instruire. Un jeune agriculteur, qui avait grandi dans la ferme, avait l'intention de transformer un grenier pour y installer deux chambres pour ses enfants. En fait, la situation ne pose pas de problème, parce que les fenêtres existent déjà depuis longtemps. Mais une des «nouvelles» fenêtres est orientée vers le stand de tir et les valeurs limites d'immission sont dépassées. Lorsque la fenêtre n'ouvrait que sur un grenier, cette caractéristique n'intéressait personne. Cet agriculteur, lui-même tireur actif et habitué dès l'enfance à ce vacarme occasionnel, n'a pas tellement apprécié de devoir se plier aux tracasseries administratives découlant de l'application de l'article 31 de l'OPB, et encore moins de supporter le surcoût qui lui était ainsi imposé. Pour être franche, le travail de persuasion juridique formel de ce dossier m'a donné quelque fil à retordre.

### **Des bacs à fleurs contre le bruit**

Le bruit de la circulation routière perturbe, comme l'on sait, beaucoup plus de monde que le bruit du tir. Si bien que mon pain quotidien consiste essentiellement à instruire des demandes de permis de construire pour des parcelles foncières situées le long de routes au trafic chargé. Il m'arrive donc parfois de formuler des exigences qui, pour des raisons compréhensibles, ne sont pas toujours accueillies avec le sourire. Mais en revanche, quelle satisfaction lorsque nous arrivons avec tous les protagonistes à répondre de manière créative à ce défi qu'est la lutte contre le bruit. Parmi les solutions réussies, je pense notamment à l'extension du foyer pour personnes âgées Sonnmatt à Hochdorf (LU). Pour ce projet situé le long d'une route bruyante, la protection acoustique a joué un rôle prépondérant. Une solution optimale a été élaborée en coopération avec les architectes et un bureau d'ingénieurs spécialisés dans la protection contre le bruit. Bien que des compromis aient été nécessaires, aussi bien pour des raisons fonctionnelles que du point de vue esthétique, les émissions de bruit ont été réduites dans une proportion correspondant à une réduction de moitié du trafic sur la route cantonale. La particularité de cette construction est d'avoir réalisé la protection acoustique tout au long de la façade par des bacs à plantes dont la partie inférieure a été habillée avec un matériau absorbant le bruit. Les chambres situées derrière sont en effet occupées par des personnes âgées qui doivent le plus souvent rester au lit. De grandes baies vitrées permettent de jouir de chambres claires et d'une vue sans obstacles sur l'extérieur. Les plantes dans les bacs devant les fenêtres assurent à ces chambres une certaine intimité que les occupants apprécient beaucoup. Ce projet inhabituel n'aurait pas vu le jour sans ce défi particulier résultant du bruit de la circulation automobile.

## Le bruit a sa propre arithmétique

Mon activité quotidienne contribue pour de nombreux petits projets individuels à améliorer la protection contre le bruit. La matière devient plus complexe pour les grands projets, notamment lorsqu'ils suscitent eux-mêmes une augmentation du trafic. Or souvent, les valeurs limites sont déjà largement dépassées. De volumineux rapports d'impact sur l'environnement établissent des pronostics de trafic à partir d'hypothèses, de calculs et d'évaluations, afin d'en apprécier les effets sur la situation en matière de bruit. La variation ne concerne souvent qu'un décibel. Mais ce petit décibel se transforme rapidement en casse-tête. Car l'arithmétique logarithmique du bruit vient nous mettre des bâtons dans les roues. En effet, pour réduire le niveau de bruit d'un décibel, il faut réduire le trafic automobile de 20 pour cent, ou diminuer encore plus fortement le trafic poids lourds, ou encore abaisser la vitesse limite de 60 à 50 km/h. Des mesures draconiennes, vous en conviendrez.

En fin de compte, dans la plupart des cas, les dispositions légales ne suffisent pas pour éviter les nuisances supplémentaires découlant d'infrastructures de circulation déjà massivement surchargées ou pour limiter le niveau de bruit par des mesures d'orientation du trafic. J'ai souvent du mal à y croire, et il m'est d'autant plus difficile de l'accepter.

## La valeur limite est respectée, mais malgré cela le voisinage s'estime gêné!

Malgré la domination du bruit généré par la circulation, la plupart des plaintes reçues par nos services concernent en fait de toutes autres formes de bruits. Est-ce à dire que les riverains de routes se sont déjà résignés? Parmi les dossiers que nous avons à traiter, il peut en effet s'agir de difficultés liées à la mise à feu automatique de pétards pour chasser les oiseaux des vignobles et des vergers, aux ivrognes qui rentrent du bistrot, ou encore au martèlement des basses issues d'une boîte disco.

Nous avons récemment enregistré la plainte de voisins d'une menuiserie. C'était surtout la nuit que les personnes concernées percevaient en permanence un bruit lancinant, les empêchant de fermer l'œil. Pour assister techniquement les autorités communales, nous avons décidé de nous rendre sur place pour nous faire une idée de la situation. Pour pouvoir faire nos mesures dans un environnement acoustique aussi silencieux que possible, nous avons fait assurer un travail de nuit. Avec mon collègue, le voisin et le propriétaire de la menuiserie, nous avons mesuré le niveau de bruit émis par chaque

machine. La source de bruit la plus importante a rapidement été détectée et le remède s'est révélé simple: le bruit incriminé provenait de l'installation de séchage du bois qui a donc dû être confinée dans une enceinte d'isolation acoustique. Grâce à cette adaptation, les valeurs limites légales ont pu être largement respectées, même la nuit.

Malgré cela, une famille riveraine n'est pas tout à fait satisfaite. La nuit, dans cette zone très calme d'un quartier résidentiel idyllique, le bruit résiduel émis par cette entreprise artisanale proche s'entend toujours. Cet exemple montre que l'être humain ne se laisse pas influencer par des valeurs limites légales dans sa propre perception des nuisances.

Je dois mon nouveau poste à l'ordonnance sur la protection contre le bruit. Son but est de protéger l'être humain contre le bruit pénible et dangereux pour la santé. Quelle contribution concrète puis-je apporter à cet objectif par mon travail? Certains séjours et chambres réalisés récemment en conformité avec les dispositions de cette ordonnance sont sûrement devenus plus calmes. Mais cela ne signifie toujours pas que les personnes qui y vivent puissent jouir d'un environnement acoustique de plus faible niveau. Car il est un fait que les zones pénalisées par le bruit s'étendent de plus en plus. Ma promenade de samedi dernier m'en a convaincue, si besoin était. Je trouve dommage que l'être humain doive se retirer dans des locaux fermés isolés contre le bruit pour trouver le calme et la tranquillité.

*Prisca Bucher Nyankson est collaboratrice de l'Office de protection de l'environnement du canton de Lucerne*

*Une contribution à la protection contre le bruit et à la vue sur de la verdure: les bacs à plantes avec leur habillage absorbant le bruit au foyer Sonnmatt à Hochdorf. (Photo Priska Ketterer)*

# 41

*La lutte contre le bruit en Suisse*





# Acousticien: une formation qui fait peu de bruit

Markus Ringger

De l'utilité des qualifications professionnelles pour l'application des lois

Il ressort du rapport «L'environnement en Suisse 1997», dont les médias se sont fait l'écho ces derniers temps, qu'il y a encore fort à faire en matière de lutte contre le bruit. Plus de 30 pour cent de la population de notre pays se dit en effet très incommodée par les nuisances sonores. Or, qu'a-t-on appris quasiment en même temps? Que le «bruit» ne serait plus une branche obligatoire dans le cadre de la formation EPF d'ingénieur en environnement. Cette décision en dit long sur l'importance accordée à ce domaine dans la problématique environnementale. Comment les problèmes acoustiques pourtant manifestes pourront-ils être résolus si l'on réduit les possibilités de formation?

L'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) ne peut être appliquée correctement sans recourir à des spécialistes dûment formés. Forte de ce constat, la Société suisse d'acoustique (SSA), fondée en 1971, s'est fixé pour objectif il y a quelques années de promouvoir la qualité de la formation dans les domaines de l'acoustique en général, et de la protection contre le bruit en particulier. S'il n'était certes pas question pour elle de mettre sur pied ses propres cours, et encore moins de créer une ETS, rien ne l'empêchait en revanche d'organiser des examens. C'est ainsi qu'est née l'idée d'un examen spécifique, introduit en 1994 et amenant au titre «d'acousticien dipl. SSA».

## La protection contre le bruit: une formation sanctionnée par un diplôme

La SSA a recensé dernièrement les offres de cours proposées dans le domaine de l'acoustique. Celles-ci sont nombreuses et variées – notamment dans le cadre des études universitaires d'ingénieur (électricité, environnement) ou d'études postgrades (ETS) –, mais aucune d'entre elles n'aboutit à un diplôme d'acousticien. Les personnes ayant suivi une formation de ce type peuvent en revanche se porter candidates à l'examen organisé par la SSA, qui porte pour l'instant sur les domaines suivants:

- Protection contre le bruit (bases juridiques, aspects administratifs, etc.)
- Atteintes sonores (bruit des transports, bruits industriels et tirs), propagation du bruit à l'extérieur
- Emission de bruit, propriétés et caractéristiques des sources
- Acoustique du bâtiment (isolations)
- Acoustique des salles
- Techniques de mesure, vibrations

Les candidats peuvent se présenter comme généralistes dans plusieurs de ces domaines

ou comme spécialistes dans au moins deux d'entre eux. Un système de points établit la pondération des branches choisies.

## Perfectionnement indispensable

Comme toutes les autres techniques, l'acoustique est en perpétuelle évolution. Ainsi, ces derniers temps, de nouvelles méthodes ont été mises au point en matière de mesure et de calcul. Pour pouvoir les appliquer, il est absolument indispensable de suivre des cours de perfectionnement, dont l'offre est toutefois relativement pauvre: les seuls cours proposés sont ceux de la Suva et de l'EMPA, organisés de temps à autre sur des thèmes déterminés, et ceux de l'Association pour le droit de l'environnement et l'Association pour l'aménagement national, consacrés à l'exécution de l'OPB. Dernière possibilité, mais en Suisse alémanique uniquement: la journée annuelle d'information mise sur pied par la Deutsche Gesellschaft für Akustik, au cours de laquelle sont exposés les résultats les plus récents dans le domaine de l'acoustique.

Les spécialistes de l'acoustique qui ne suivent pas de cours de perfectionnement risquent fort de ne plus être à la hauteur. Or, cette négligence porte préjudice aux autorités qui ne sont pas à même de déceler les erreurs, vu la complexité des procédés actuels de calcul et de mesure. Il est donc primordial que toutes les personnes chargées d'appliquer la loi soient au fait des méthodes les plus récentes et de leurs limites. Les mandants sont par ailleurs en droit d'attendre de la part d'un acousticien qu'il leur fournisse un travail de qualité irréprochable.

## Relations entre mandants et acousticiens

Les mandants ont eux aussi tendance à négliger la situation. Nombre d'entre eux en

effet n'attachent pas l'importance requise aux prescriptions de l'ordonnance sur la protection contre le bruit, pourtant entrée en vigueur depuis plus de dix ans. Force est également de constater que certains donneurs d'ouvrage ne se soucient pas des qualifications de l'acousticien auquel ils font appel. Seul leur importe de pouvoir réaliser leur projet. J'en ai moi-même, auteur de ces lignes, fait l'expérience. Un jour qu'une personne s'informait du prix d'une mesure

acoustique, je lui ai demandé quel en était le but, mais il n'en avait pas la moindre idée. Son projet était terminé et il n'était pas disposé à y changer quoi que ce soit, mais les autorités lui avaient parlé d'une mesure qu'il devait effectuer. Intervenir ainsi après coup n'est pas facile pour l'acousticien. Il s'efforcera bien sûr de faire son travail au plus près de sa conscience, mais il aura quand même tendance à évaluer la situation en faveur de son mandant. Or, l'acousticien

doit avant tout déterminer de quoi un mandant a besoin à long terme et non pas faire ce que veut ce dernier. Comme le disait un mandant conscient, lui, de ses obligations: «J'attends des ingénieurs qu'ils me conseillent, pas qu'ils me fassent des courbettes.»

*Markus Ringger est un des associés du bureau d'ingénieurs Gysin & Ehrensam à Bâle*

### La MLS: une méthode inapplicable sans cours de perfectionnement

La méthode dite Maximum Length Sequence (MLS) est un nouveau procédé utilisé dans l'acoustique du bâtiment. Elle permet de séparer le signal de mesure du signal perturbateur. Il est dès lors possible d'effectuer des mesures aussi bien lorsque le niveau sonore est élevé (bruits ambiants, trafic, etc.) que lorsque le signal de mesure est faible. On peut ainsi déterminer l'isolation acoustique requise pour

des niveaux sonores élevés (plus de 70 dB) sans recourir à des amplificateurs puissants et, par là même, coûteux. De plus, en ville, la mesure de la valeur d'insonorisation de fenêtres peut être obtenue avec un signal de test plus faible. Dans les auditoriums et autres salles analogues, enfin, le temps de résonance peut être déterminé par un signal tellement faible que les personnes présentes ne l'entendent pas.

### La Société Suisse d'Acoustique (SSA)

Pour de plus amples renseignements sur la société suisse d'acoustique et sur l'examen «d'acousticien dipl. SSA», n'hésitez pas à prendre contact avec Monsieur Walter Lips, Suva, Section Acoustique, case postale 4358, 6002 Lucerne

#### Isolément normalisé SIA 181-1988

Bâtiment: [REDACTED]

##### Salle d'émission

Volume:  $V_S = 1650.7 \text{ m}^3$   
Condition: avec des chaises  
Type: Salle de concert  
Emplacement: 2<sup>e</sup> sous-sol

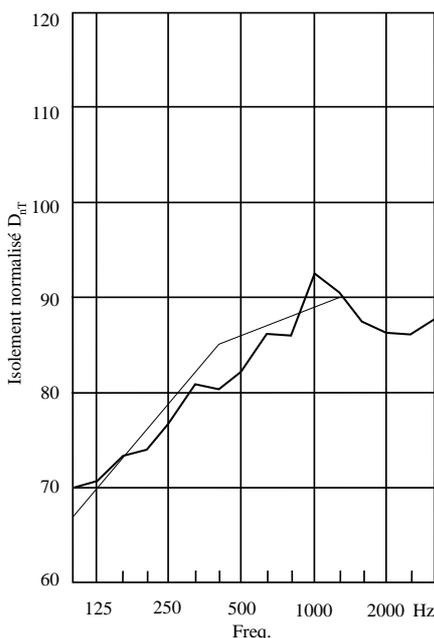
##### Salle de réception

Volume:  $V_R = 46.5 \text{ m}^3$   
Condition: Chambre meublée  
Type: Chambre à coucher  
Emplacement: 3<sup>e</sup> étage

— :  $D_{nT}$   
— : Courbe de réf. ISO 717

$D_{nT,w} = 86 \text{ dB}$   
Ecart. type max: 4.7dB à 400 Hz.

Fréq. [Hz]	$D_{nT}$ [dB]
100	70.0
125	70.7
160	73.2
200	74.0
250	76.9
315	80.8
400	80.3
500	82.3
630	86.1
800	85.9
1000	92.4
1250	90.3
1600	87.3
2000	86.2
2500	86.1
3150	87.5



Procédure de l'essai: SIA 181 (1988)  
Procédure de mesure: SIA 181 (1988)

Type de bruit: MLS  
Filtre de réception: 1/3 d'octave

Client: [REDACTED]  
No. du rapport d'essai: [REDACTED]

Date: 20.02.1996

*Rapport d'une mesure d'isolation acoustique effectuée par la méthode MLS entre le 2<sup>e</sup> sous-sol et le 3<sup>e</sup> étage. Le signal de mesure était à peine perceptible, mais une différence de niveau sonore de plus de 86 dB a été enregistrée. Le son passait avant tout par les murs de soutènement.*



*La lutte contre le bruit en Suisse*



*Planification et construction:  
jouer la carte phonoabsorbante*





# M. Bruit, docteur ès planification et aménagement

Andreas Erni et Wilhelm Natrup **Le bruit et la ville: une relation pleine de contradictions**

**Urbanisme et construction ne vont pas sans bruit. Ce qui fut autrefois étroitement lié à l'artisanat et aux arts et métiers devint ensuite le propre de l'industrie, puis du trafic. La ville ne se conçoit pas sans bruit. Limiter les nuisances sonores là où elles sont insupportables est donc une préoccupation citadine par excellence. Les urbanistes s'y emploient de diverses manières. Ils cherchent en priorité à éviter le bruit de la circulation, à l'endiguer par des mesures architecturales ou à en atténuer les retombées par la planification et l'aménagement.**

Le battement sourd des moulins, les hurlements des crieurs, le tintement des enclumes, le couinement des animaux... Le vacarme qui régnait dans les villes à l'époque préindustrielle est aujourd'hui chose largement méconnue (Fig. 1). Dès la fin du siècle dernier, on assiste à une transformation durable des principales sources de bruit. Elles deviennent mécaniques, motorisées, permanentes. Le triomphe de la machine à vapeur et du moteur à explosion font de l'industrie et du trafic les grands responsables de la pollution sonore, tolérés ou acceptés, voire admirés au nom du progrès (Fig. 2).

## Visions passées

Dans les années 20, l'homme est fier du trafic motorisé. Dans les grandes villes, les métros aériens s'ébranlent avec fracas. Peu de gens disposent d'une voiture. On a le sentiment que le réseau routier est illimité et la vision est celle d'un joyeux mélange de véhicules, avec des avions qui atterrissent entre les maisons (Fig. 3).

Dans les années 50, d'aucuns commencent à reconnaître que l'espace routier est limité et que la circulation présente aussi des inconvénients. Les villes font tout pour rester attrayantes aux yeux des automobilistes. Pour maîtriser l'invasion de véhicules, elles optent pour une planification qui privilégie les besoins du trafic motorisé privé. «Adapter la ville à la voiture», tel est le mot d'ordre. Nonobstant le problème sonore, des trouées sont percées et des axes développés. Les flux s'accroissent (Fig. 4).

Les réactions ne tardent pas. En Suisse, la «Ligue contre le bruit» voit le jour. A la fin des années 60, la population des villes et des agglomérations urbaines commence à protester contre les immissions du trafic. Le bruit devient un sujet de discussion public.

Des comités d'action et des communautés d'intérêts se constituent.

Acceptée par le peuple en 1975, la loi sur l'aménagement du territoire déploie assez rapidement des effets. Dans les régions urbanisées, on élabore des plans de zone qui tiennent compte des sources de nuisances. On distingue les lieux exposés de ceux qui le sont moins. Le bruit devient un élément de planification. Dans les grandes villes, on ébauche de spectaculaires projets d'infrastructures routières couvertes ou souterraines (Fig. 5). Aux endroits fortement exposés des agglomérations, les pouvoirs publics font ériger, de façon ponctuelle et avec force imagination, les premières parois antibruit (Fig. 6). Le problème paraît soluble: plus rien ne semble s'opposer à une circulation fluide et invisible. Une nouvelle vision est née.

## Temps présent et perspectives

Le bruit constitue une nuisance importante dans les villes et les espaces urbanisés. Les habitants se sentent toujours plus à l'étroit entre les contraintes et les répercussions du trafic. Les visions du passé, l'espoir de résoudre les difficultés par des transformations architecturales n'étaient en fin de compte que des illusions. Aucune solution globale et réalisable en milieu urbain n'a été trouvée à ce jour. Vu l'imbrication du développement des villes et de l'évolution du bruit, la lutte contre les nuisances sonores se fait toujours au cas par cas.

En matière d'urbanisme, diverses approches fondamentales permettent de réagir au bruit de la circulation. Certains principes sont applicables de manière générale: l'utilisation d'un grand volume de matériaux de construction pour faire barrage aux ondes sonores et l'alignement d'immeubles comme défense stratégique. Il faut distinguer à cet égard les zones déjà bâties (Fig. 7)

# 45

Planification et construction: jouer la carte phonoabsorbante

des quartiers en construction (Fig. 8). Le bruit devient un élément d'aménagement. Il existe aujourd'hui un grand nombre de solutions en soi convaincantes, mais qui malheureusement s'accompagnent souvent d'une détérioration de la qualité de l'espace public (Fig. 6). La désertion progressive de la rue, des places et de l'espace social, qui va de pair avec les mesures antibruit, constitue une évolution inquiétante pour la vie dans les villes. Les structures qui fondent l'identité des quartiers volent en éclat, les terrains de communication disparaissent et les problèmes environnementaux se trouvent exacerbés par le trafic.

Les mesures de protection contre le bruit sont à la fois une bénédiction et une malédiction. Un urbanisme tourné vers l'avenir ne doit pas se concentrer principalement sur la protection contre le bruit. Il doit continuer à privilégier le rapport à l'espace et à la vie publics. Chaque élément constitutif de la ville – médiéval, baroque, industriel et moderne – doit relever ce défi à sa manière. Heureusement, la structure urbaine et la culture architecturale s'avèrent plus permanentes que les sources de bruit déterminantes à un moment donné, et dont la durée de vie est limitée. A lui seul, le bruit ne suffit pas comme facteur de planification et d'aménagement. «La ville, de par sa nature même, est faite de contradictions. Nous sommes en train d'apprendre à les gérer.» (Professeur Bernhard Hoesli)

*Andreas Erni et Wilhelm Natrup sont collaborateurs au bureau d'études Ernst Basler & Partner à Zurich.*



1

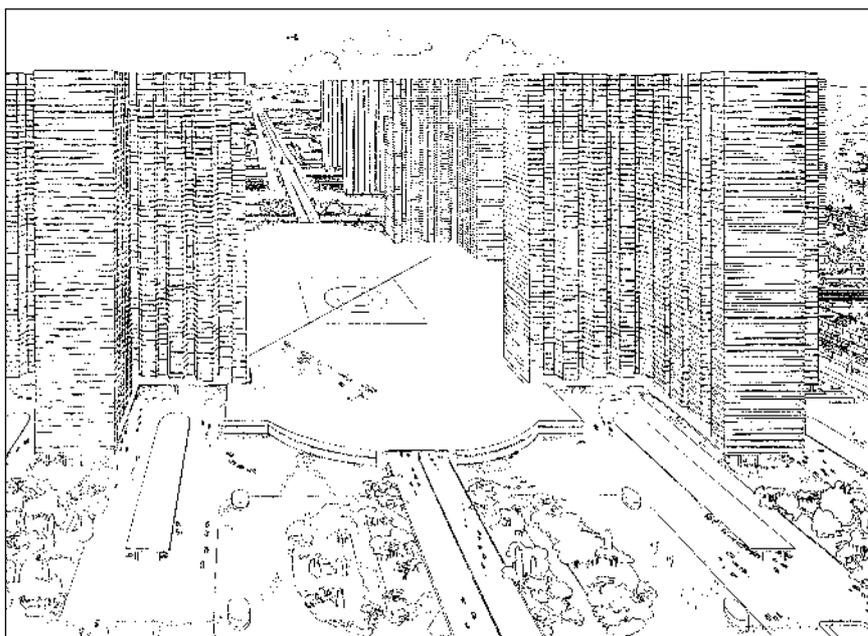


2

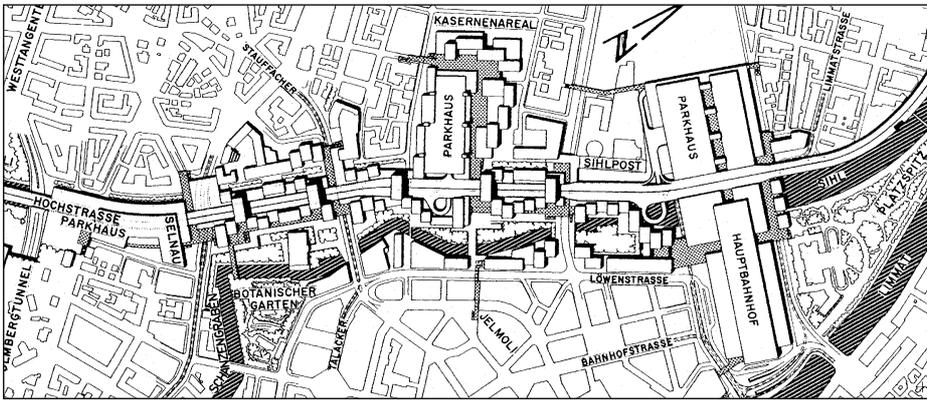
*Fig. 1: La ville a toujours été bruyante. Autrefois, le bruit était cependant différent: plus palpable et sensuel, il pouvait être arrêté, mais n'en était pas moins envahissant (Zurich 1740).*

*Fig. 2: La révolution industrielle a amené un nombre invraisemblable de bouleversements fonctionnels, techniques et sociaux. Le bruit en tant que facteur de planification ou d'aménagement n'était pas encore pris en considération par les décideurs de l'époque (Londres 1870).*

*Fig. 3: Plan Voisin, Paris, Le Corbusier 1925. Entre les gratte-ciel, un aéroport et une autoroute à plusieurs voies. Les divers bruits de la circulation sont l'expression même de la ville moderne.*

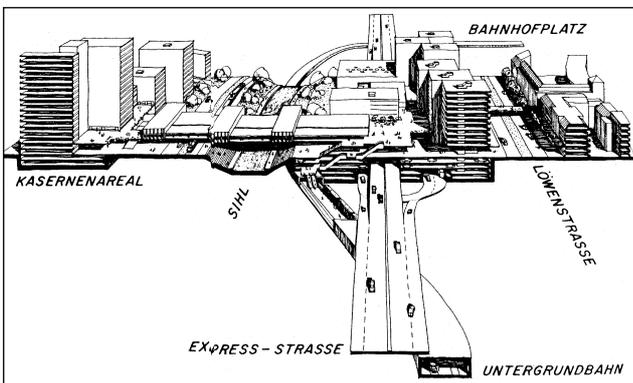


3



4

Fig. 4: Ville de Zurich, plan d'aménagement des quartiers de la Sihl 1968. La ville nouvelle épouse le tracé des voies de circulation et non pas les méandres de la Sihl. Le bruit n'est pas encore pris en compte en tant qu'élément de planification ou d'aménagement.



5

Fig. 5: Ville de Zurich, plan d'aménagement des quartiers de la Sihl 1973. Pour remédier au bruit, le trafic est rendu invisible – et donc inaudible – par des mesures architecturales de grande envergure.

Fig. 6: Zurich-Schwamendingen, autoroute SN 1.4.4, 1980. Les espaces qui séparent les immeubles d'habitation sont fermés par des murs élevés du côté de la route. Un premier programme de fenêtres antibruit est mis sur pied pour les étages et côtés qui restent exposés. Les cours intérieures retrouvent leur calme: par contre, les zones qui se trouvent à l'entrée des bâtiments deviennent de véritables dépotoirs urbanistiques.



6

Fig. 7: Zurich-Affoltern, Wehntalerstrasse. L'espace vide entre deux immeubles est comblé par une construction nouvelle et étroite. Celle-ci abrite des ateliers de petits artisans appelés à remplir de nouvelles fonctions dans le quartier. La rue, espace public, et les cours semi-publics sont devenues des entités urbaines indépendantes.

Fig. 8: Bâle, A 2, artère périphérique est. Un espace «transparent» qui remplit des fonctions insensibles au bruit sépare l'immeuble de la route. Le zonage et la structure des bâtiments se font en relation directe avec l'espace public.



7



8

47

Planification et construction: jouer la carte phonoabsorbante

# Construction: anticiper les nuisances

Hansueli Remund

## Pourquoi les mesures de protection contre le bruit viennent toujours au mauvais moment

**La protection contre le bruit doit intervenir aux différents stades de la planification. Seule une évaluation par des spécialistes compétents permet de déterminer où et à quel moment les mesures doivent être prises pour garantir une efficacité optimale.**

Les projets de construction sont rarement comparables; par conséquent, les mesures antibruit doivent être adaptées de cas en cas. Pour être efficace, la protection contre le bruit doit reposer sur des mesures adéquates prises aux différents stades de la planification, ce qui exige une certaine flexibilité de la part des responsables. La protection contre le bruit n'obéit pas à un schéma rigide. Bien souvent, on n'intervient donc pas au bon moment.

L'évaluation détaillée des sources de bruit, en particulier le rail et la route, aura une incidence sur la planification et la délimitation de zones à bâtir. La densité et la hauteur des constructions seront définies en tenant compte de l'exposition aux sources sonores, de la situation, de la topographie et de l'affectation des locaux.

### Combiner habitat et travail: la bonne solution?

Les problèmes de voisinage entre lieux de travail et habitations peuvent être atténués ou au contraire aggravés par des mesures de planification. Les zones mixtes peuvent cependant poser des problèmes! L'idée de travailler au rez-de-chaussée et d'habiter à l'étage date de l'époque des familles d'artisans du Moyen-Age. Depuis, la tolérance à l'égard des entreprises bruyantes a beaucoup évolué, tout comme le besoin de calme de la population. Si un terrain doit faire l'objet d'une affectation mixte, il est indispensable d'établir une conception globale, dans le cadre de laquelle les différentes affectations seront réparties de manière à être compatibles. Si elle est laissée au hasard, la coexistence d'habitations et de bâtiments industriels sur un territoire exigu ne produit que des désagréments des

deux côtés, tout spécialement en matière de bruit. De même, la cohabitation d'exploitations dont les niveaux de bruit sont différents peut décourager les entreprises sensibles au bruit. La qualité du lieu de travail joue un rôle toujours plus grand lors du choix d'un site d'implantation. Ainsi, une usine générant beaucoup de bruit ou de trafic cherchera un emplacement tout autre qu'une entreprise de haute technologie. Les communes ont donc tout intérêt à mettre à disposition des zones qui satisfont à ces différents besoins. Des prescriptions trop laxistes en matière de construction ne favorisent guère le développement.

### Des conceptions globales pour éviter des blocages

Les zones à bâtir exposées au bruit exigent d'être planifiées selon une conception globale et construites par étapes. Ce procédé garantit, dès le départ, une répartition correcte des affectations et une bonne intégration des mesures antibruit. Bien souvent, une protection efficace nécessite des dérogations aux prescriptions usuelles, qui ne peuvent être accordées que par le biais d'un plan d'affectation spécial. En Allemagne surtout, des conceptions globales intéressantes ont vu le jour; elles tiennent compte dans une mesure égale de la protection contre le bruit, de la qualité du lieu de travail et de toutes les autres exigences d'un aménagement moderne de l'environnement du travail. Le nouveau centre de services de la Suva dans la commune de Root (LU) est également une réalisation exemplaire. Déjà au stade de l'ébauche, les projets de construction dans des zones exposées au bruit nécessitent une bonne dose de créativité et une prise en considération des caractéris-

tiques du lieu. Les solutions toutes prêtes ne sauraient satisfaire à ces exigences. Les architectes dont les capacités de planification sont limitées viendront difficilement à bout de ces problèmes. La solution courante, qui consiste à envelopper les quartiers d'habitation d'une zone artisanale tampon, est condamnée à l'échec en période de récession, lorsque la demande de locaux artisanaux disparaît. Les conceptions globales qui répondent aux exigences de la législation sur la protection contre le bruit, doivent pouvoir être réalisées par étapes.

### La protection contre le bruit, un facteur économique

A une époque où les appartements vides sont toujours plus nombreux, la qualité des constructions est déterminante. Le respect purement mathématique des valeurs limites d'immission est insuffisant et ne conduit guère qu'à une protection minimale contre le bruit. Les habitations construites selon de tels critères ne sont plus compétitives sur le marché immobilier. L'importance que revêtent les mesures antibruit efficaces est aujourd'hui largement reconnue. Il est donc d'autant plus étonnant de constater à quel point elles sont peu et mal intégrées dans les projets.

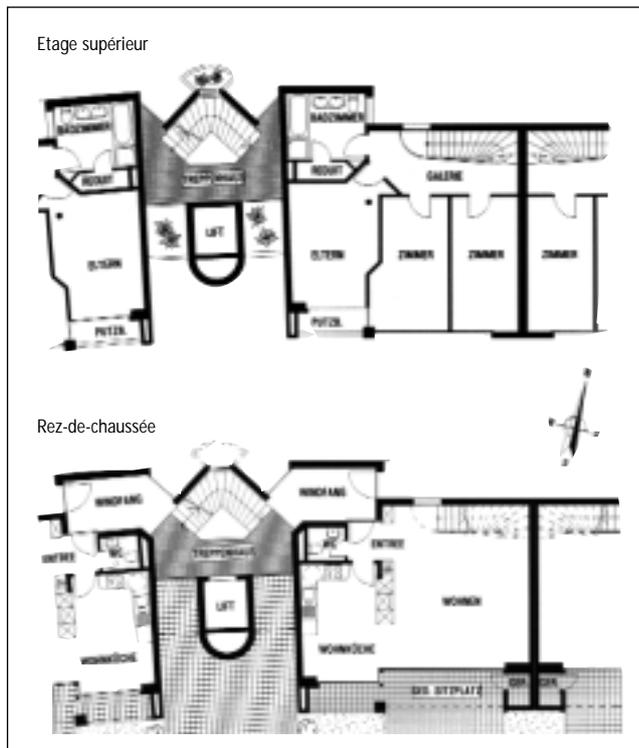
*Hansueli Remund est copropriétaire de la maison Planteam S à Sempach-Station et du bureau d'études Remund+Kuster à Pfäffikon (SZ).*





1

Exemple d'une typologie de logement garantissant une protection efficace contre le bruit.



2

Conception de protection contre le bruit



3

### Les principaux responsables d'une mauvaise protection contre le bruit

Si dans le cadre d'un projet de construction d'habitations, des mesures antibruit insuffisantes ou minimales sont prises, le fiasco social ou financier qui peut en résulter doit être imputé à trois acteurs principaux :

- la banque ou l'investisseur n'ayant pas compris qu'une bonne protection contre le bruit est synonyme de qualité de l'habitat et apporte ainsi une plus-value non négligeable ;
- l'architecte qui conseille mal ou qui, par son incompétence, contribue largement à un projet inadapté;
- l'autorité ayant délivré le permis de construire, qui néglige ses responsabilités et se cache derrière les acteurs ci-dessus.

49

Planification et construction: jouer la carte phonoabsorbante

Fig. 1: Les appartements de cet immeuble donnent sur une route principale à forte circulation. L'absence d'une conception satisfaisant aux exigences en matière de protection contre le bruit a des répercussions négatives sur la location et sur l'estimation du bâtiment.

Fig. 2: Toutes les pièces d'habitation et chambres à coucher sont situées du côté non exposé au bruit. (Source bureau d'architectes R. + W. Leuenberger, Rain/LU)

Fig. 3: Les bâtiments artisanaux protègent les habitations du bruit de l'autoroute. Les maisons d'habitation ne peuvent cependant être construites que si les surfaces artisanales existent déjà ou sont réalisées en même temps, ce qui, aujourd'hui, n'est généralement plus le cas faute d'une demande suffisante de locaux artisanaux.



## Centres commerciaux riment avec autos

Silvio Grauwiler

Les centres commerciaux peuvent causer passablement de bruit

«Votre centre commercial, ouvert jusqu'à 20 heures, 1000 places de stationnement gratuites». C'est avec ce type d'arguments publicitaires que sont vantés les hypermarchés implantés en «rase campagne». Pour y aller, il faut traverser son propre quartier, puis les quartiers voisins avant de rejoindre l'autoroute; ensuite il n'y a plus que quelques kilomètres à parcourir pour atteindre le parking gratuit. Mais on omet généralement de signaler qu'aux heures de grande affluence il n'est pas rare que ça «bouchonne» sur les routes d'accès. Après une orgie d'emplettes, l'acheteur repu saute dans sa voiture, se mêle aux embouteillages et retourne dans le calme de son quartier, passant devant les petits magasins qui ont dû fermer boutique.

Dans le cas du centre commercial près de Zurich, avec ses 3800 places de stationnement, pas moins de 2800 véhicules empruntent, chaque heure de la journée, les axes routiers des environs (calculs, voir encadré). Dans tout le canton de Zurich, il n'y a guère que les autoroutes qui présentent une telle densité de trafic. En général toutefois, la circulation provoquée par les hypermarchés se répartit sur diverses voies d'accès. Cet aspect est intéressant si l'on considère la capacité du réseau routier, mais vu sous l'angle de la protection contre le bruit, ce phénomène présente des inconvénients. En effet, si le trafic se déverse sur plusieurs axes, la région affectée par les nuisances sonores est d'autant plus étendue. La situation devient surtout critique lorsque les routes d'accès à ces grands parkings traversent des zones d'habitation. En outre, des problèmes de bruit peuvent surgir s'il y a surcharge de trafic. Les embouteillages poussent les automobilistes à contourner «l'obstacle», sans pensée aucune pour les riverains dérangés.

### Les sacro-saintes places de parc

Aujourd'hui, lorsqu'il s'agit de planifier un parking, les concepteurs partent de chiffres fixes: X places par mètre carré de surface de vente. La qualité du raccordement, existant ou prévu, au réseau des transports publics constituerait un motif parmi d'autres pour

réduire le nombre de places de stationnement. L'utilisation de parkings voisins n'est pour ainsi dire jamais envisagée. Pourtant, il serait tout à fait possible de profiter le samedi des places des entreprises voisines qui restent vides en fin de semaine. En conséquence, l'espace prévu pour le stationnement correspond dans la plupart des cas à la demande maximale.

### L'OPB favorise les parkings dans les zones à forte densité de trafic

Bien entendu, les 2800 véhicules par heure influenceront aussi la fluidité du trafic sur les axes routiers d'ores et déjà chargés. Les exigences de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) sont toutefois considérées comme respectées si la montée du niveau de bruit n'est pas perceptible, c'est-à-dire ne dépasse pas en général un décibel. Or, pour que les émissions sonores d'une source de bruit augmentent d'autant, la circulation doit s'accroître d'environ 25 pour cent. Cette relation fait que, pour une même élévation du niveau de bruit, les axes à forte densité de trafic doivent absorber un nombre additionnel de véhicules considérablement plus élevé que les routes moins fréquentées. Ainsi, même l'énorme volume supplémentaire engendré par le centre commercial devient supportable s'il se répartit sur différentes voies d'accès.

La perceptibilité de l'augmentation du bruit fait l'objet d'un nouvel examen pour chaque projet de construction. En théorie, trois grands projets peuvent donc entraîner un doublement du trafic, sans que les responsables ne doivent réparer les «dégâts». Au bout du compte, les émissions sonores auront crû – sournoisement – de 3 dB peut-être, ce que la population affectée perçoit parfaitement... et ce sont finalement les pouvoirs publics qui devront passer à la caisse pour atténuer les effets du bruit routier.

### La verte campagne ne devient Shoppyland que s'il y a désaménagement du territoire

Si l'on veut étudier les répercussions globales des grandes installations génératrices de trafic, en particulier dans l'optique des personnes affectées par le bruit, il ne faut plus considérer les projets individuellement, mais globalement. Cette approche va bien plus loin qu'une simple évaluation du bruit.

Pour savoir si un emplacement est approprié pour un centre commercial, il convient d'examiner la question déjà dans le cadre de l'aménagement du territoire et pas au stade du permis de construire. Diverses possibilités s'offrent au niveau des plans directeurs et des plans d'affectation communaux: promouvoir les centres situés dans les quartiers ou les localités, exiger un bon accès par les transports publics (et pas uniquement une liaison-alibi avec un obscur bus). On peut même aller jusqu'à envisager une interdiction des centres commerciaux dans les zones industrielles et artisanales de la périphérie. Il faut faire usage de ces solutions et de toutes les autres, car ces endroits aisément accessibles en voiture peuvent constituer un problème pour certains: les parents dont les enfants vont à l'école, les personnes âgées et celles qui ne sont pas motorisées.

*Silvio Grauwiler est collaborateur du service spécialisé de la protection contre le bruit du canton de Zurich*



#### Détermination du trafic sur un grand parking

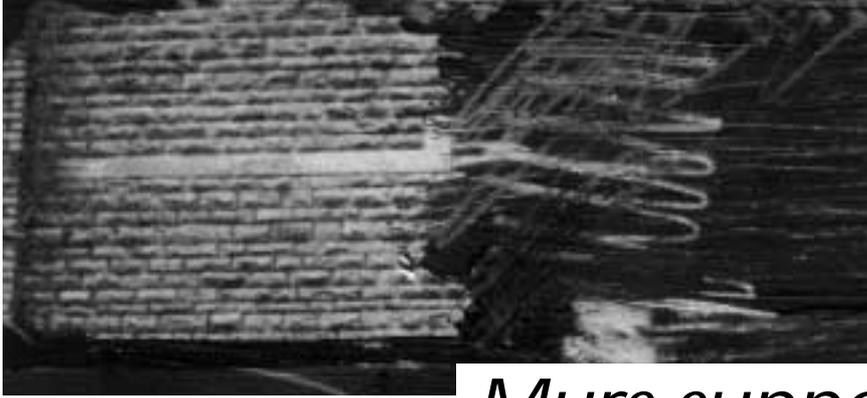
Les allées et venues des véhicules sur un grand parking sont caractérisées par le taux de rotation spécifique (TRS). Concrètement, il s'agit de la somme de tous les mouvements sur une case, ce pendant un laps de temps donné (par ex. 1 jour). Le TRS dépend de divers facteurs. Ainsi, il est important de savoir qui utilise ces places de parc et comment elles sont gérées (durée de parage, taxe). Dans le cas d'un centre commercial disposant de 3800 places de stationnement et présentant un TRS de 11 à 13 par jour, on aboutit à 45 600 allées et venues. A titre de comparaison: pour les parkings de maisons d'habitation, on compte en moyenne trois courses. La

durée d'activité dans un hypermarché correspond assez exactement à la période d'évaluation diurne selon l'OPB, à savoir de 6 h à 22 h: avant l'ouverture des magasins, les marchandises sont livrées et le personnel arrive sur son lieu de travail; après la fermeture, les employés rentrent chez eux et le nettoyage commence. Le laps de temps devant faire l'objet d'une évaluation s'étend ainsi sur 16 heures. En l'espace de 60 minutes, 2850 véhicules environ arrivent au centre commercial ou en repartent. Il est entendu qu'il y a des fluctuations au cours de la journée, avec un trafic extrême aux heures de pointe. Cependant, celui-ci n'est pas déterminant lorsqu'il s'agit d'évaluer les conséquences en matière de bruit.

# 51

Planification et construction: jouer la carte phonoabsorbante

*La plupart des centres commerciaux situés dans les agglomérations misent sur le transport individuel. Les immenses parkings gratuits attirent les clients comme des aimants. En général, ces hypermarchés sont mal desservis par les transports publics et leur service de livraison à domicile laisse à désirer. Il est souvent difficile et onéreux d'y arriver autrement qu'en voiture. Conséquences logiques: des embouteillages sur les routes d'accès, donc des émissions, sonores et polluantes additionnelles.*



# Murs supportables

Le Landeron (NE) – un exemple globalement positif

*François Droux*

L'autoroute A 5, qui traverse la localité du Landeron, a été construite dans les années septante, époque où les problèmes de nuisances n'étaient pas spécifiquement traités. Le trafic journalier moyen sur cette chaussée est d'environ 11'000 vhc/j, comprenant une proportion de poids lourds relativement élevée, soit plus de 10 %. Pour de telles sources de bruit, la loi exige un assainissement. La combinaison de murs et de talus a permis de réaliser une protection satisfaisante contre le bruit des habitations avoisinantes, également sur le plan esthétique.

Le secteur «Les Flamands» au Landeron est une zone de construction à caractère essentiellement résidentiel et composé de 24 logements exposés aux nuisances sonores de l'autoroute dépassant allègrement les valeurs limites d'immission.

Les analyses ont démontré que seule une paroi en bordure de la route apporte l'effet nécessaire dans le but de réduire les nuisances aux niveaux admissibles.

## Un écran antibruit comporte deux côtés

Une paroi, d'une hauteur maximum de 4,50 m et d'une longueur approchant les 400 mètres constitue un corps étranger dans le milieu bâti existant et son impact visuel est énorme.

Par conséquent, une attention toute particulière doit être portée à l'intégration d'un tel ouvrage, en tenant compte en particulier du côté des riverains.

En effet, malgré une diminution de bruit considérable, un écran d'une telle hauteur en limite de propriété, constitue un impact important pour les riverains et donne une impression «de murs de prisons» inhospitalière et hostile à l'utilisation de l'espace situé entre cette construction et les immeubles.

Le but recherché par une intégration judicieuse a été de revaloriser l'espace jardin-cour pour le rendre plus convivial et de diminuer visuellement la hauteur de l'ouvrage.

## L'alternance de murs et de talus rompt la monotonie

La diminution visuelle de la hauteur de l'ouvrage a été obtenue par la combinaison de murs et de digues ou talus. L'aspect longiligne d'une telle paroi a été atténué par une géométrie triangulaire des murs qui est mieux adaptée au caractère des bâtiments existants et qui rompt la monotonie de l'aménagement. Les talus ont été végétalisés de façon dense et diversifiée et permettent, avec l'orientation des murs, d'assurer l'absorption du bruit afin de ne pas le renvoyer sur les bâtiments vis-à-vis. Du côté de la chaussée, l'ouvrage débute par un mur longiligne type «New-Jersey» qui est un dispositif de retenue lors de chocs des véhicules en cas de sortie de route.

## Participation des riverains

La conception même du mur exigeait une emprise au sol relativement importante, empiétant sur le domaine privé des riverains. Une solution originale a été retenue, elle consiste à mettre à disposition des habitants, des serres en contre-partie de l'occupation du terrain nécessaire à l'ouvrage. Le tout étant réglé par une convention.

Au stade de l'étude du projet, les riverains de même que les autorités communales ont participé au choix de la variante retenue dont la hauteur était la moins élevée (environ 4,50 m au lieu d'environ 6,50 m). De plus, l'aménagement végétalisé de l'ouvrage côté jardin a été personnalisé et réalisé en collaboration avec les propriétaires concernés.

## Résultat

Cet ouvrage a permis de réduire le niveau sonore d'une manière considérable, soit entre 10 et 15 dB(A) pour les étages inférieurs, ce qui correspond à plus de la moitié du bruit à la sensation auditive. De plus, les bâtiments plus éloignés profitent également d'une réduction appréciable du niveau sonore.

Le mur de protection retenu, d'une hauteur moindre, diminue l'efficacité de réduction sonore aux étages supérieurs à environ 3 à 5 dB(A). Celle-ci a été compensée par la pose de fenêtres antibruit (seulement à ces étages).

Equippé de serres et de talus végétalisés, l'espace jardin-cour a été revitalisé et les riverains sont très satisfaits de l'intégration de cet ouvrage, ainsi que du confort acoustique en résultant.

Le coût de la réalisation de cet aménagement s'est élevé à près de deux millions de francs et a été pris en charge par la Confédération à raison de 88 % dans le cadre des routes nationales.

Cet ouvrage ne prétend pas être «la solution» en matière de protection contre le bruit, mais est une alternative intéressante dans le contexte particulier de la rue «Les Flamands».

*François Droux, responsable des protections contre le bruit, service des ponts et chaussées du canton de Neuchâtel*

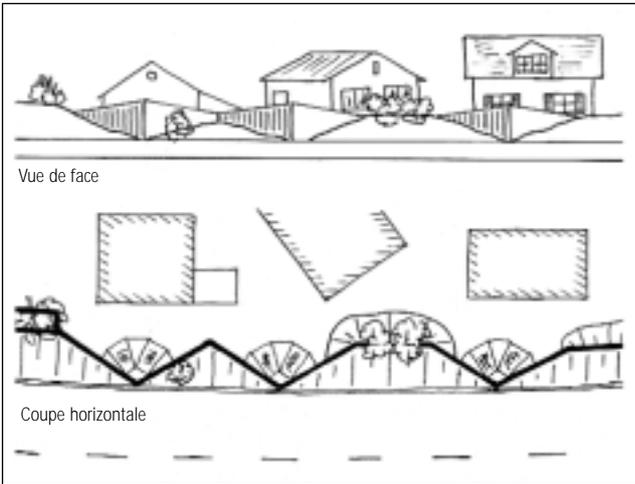


1



2

Mesure de protection antibruit le long de l'autoroute au Landeron



3

Fig. 1: Côté route, succession de talus et murs

Fig. 2: Côté jardin-cour, aménagement individuel avec serre

Fig. 3: Des combinaisons de talus et de parois sont esthétiquement avantageuses mais nécessitent d'avantage de place. Des serres sont intégrées dans les angles côté immeubles.

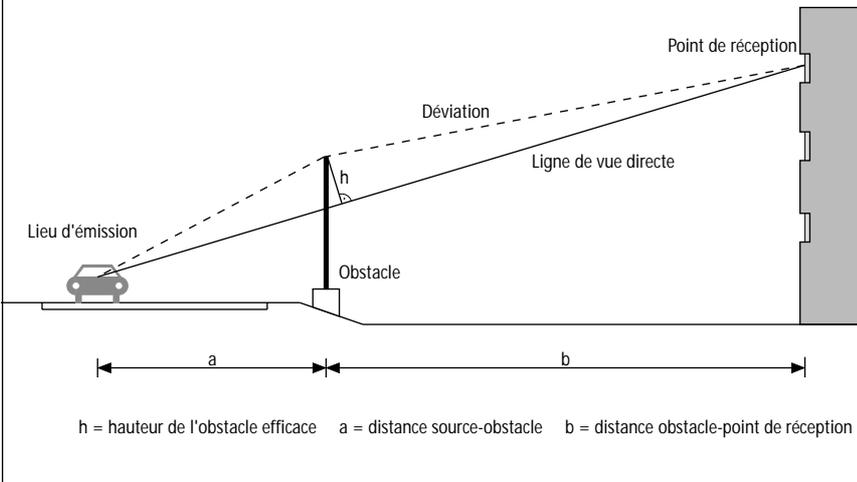


Planification et construction: jouer la carte phonoabsorbante

**Comment agit une paroi de protection anti-bruit?**

Un écran permet d'interrompre la propagation du bruit entre une route ou une ligne de chemin de fer et un point de réception, par exemple une fenêtre d'un immeuble. Du point de vue acoustique, les ondes sonores sont contraintes de faire un détour. Afin de réduire sensiblement le bruit du trafic, l'obstacle doit non seulement être suffisamment élevé

mais il devrait aussi être érigé le plus près possible de la source de bruit. Par ailleurs sa longueur doit être suffisante afin que la part du bruit provenant de chaque extrémité de l'obstacle reste faible. Si la ligne visuelle entre la source et le point de réception est juste interrompue, le gain sonore est d'environ 5 dB(A). En augmentant la hauteur l'effet obtenu peut atteindre jusqu'à 20 dB(A).





# Les fenêtres antibruit, une solution de fortune

Peter Staub

## Isolation acoustique des fenêtres contre le bruit du trafic routier

**Lors de dépassements des valeurs d'alarme, l'amélioration de l'isolation acoustique des fenêtres constitue souvent l'unique moyen de protection contre le bruit de la route. Facile à réaliser rapidement et relativement avantageuse, cette solution n'en reste pas moins une solution palliative.**

Les axes de circulation qui ont vu le jour au fil du temps traversent, aujourd'hui encore, les zones d'habitation. Malgré les autoroutes et les voies de contournement, les immissions sonores sont souvent si élevées en bien des endroits que les valeurs d'alarme prescrites dans l'ordonnance sur la protection contre le bruit sont dépassées. Dans de tels cas, des mesures d'assainissement s'imposent.

Malheureusement, la lutte contre le bruit à la source ne progresse que très lentement (intervention sur les véhicules, revêtement des routes ou déviation du trafic). De même, l'aménagement de parois antibruit à l'intérieur des localités est rarement possible pour des raisons esthétiques et de qualité de l'habitat évidentes vu la faible distance séparant les immeubles de la route. Seules des mesures dites de remplacement, prises au niveau du bâtiment lui-même, sont alors envisageables. Il s'agit avant tout de fenêtres antibruit, qu'il faut cependant considérer comme un palliatif. La solution qui consiste à ne rien faire du tout est toutefois encore plus insatisfaisante. En mettant une infrastructure à la disposition des usagers, le propriétaire de la route est considéré comme responsable des émissions de bruit. C'est lui qui supporte les frais des mesures d'isolation acoustique, frais qu'il répercute néanmoins sur les automobilistes par le biais des redevances routières et des droits de douane sur l'essence.

### Priorité au respect des valeurs d'alarme

Un programme d'assainissement portant sur l'amélioration de l'isolation acoustique des fenêtres nécessite des examens préalables complets et détaillés. Dans le cadastre de bruit, on sélectionne tout d'abord les immeubles devant être assainis. Quant aux valeurs d'alarme, il n'est pas nécessaire

d'être trop intransigeant. Il convient en revanche de faire preuve d'une certaine tolérance à l'égard de la charge sonore. D'une part, le niveau de bruit ne peut être déterminé à une décimale près; d'autre part, le calcul et la mesure des immissions sont toujours entachés d'incertitude. Par exemple dans le canton de Thurgovie, la valeur limite dans les zones d'habitation et les zones mixtes est fixée à 68 dB. Au-dessous de cette limite, un dépassement des valeurs d'alarme est peu probable. Cette pratique a également obtenu l'aval de l'OFEPF. Pour chaque bâtiment concerné, les fenêtres des trois premiers étages sont prises en compte. Lorsqu'un local est situé en bordure de route, les fenêtres orientées directement sur la source de bruit, ainsi que les fenêtres latérales sont étudiées. Si les fenêtres existantes ne répondent pas aux exigences en matière d'isolation acoustique, différentes mesures sont envisagées: remplacement des joints, du verre ou des fenêtres. Afin de garantir que l'indice d'affaiblissement des nouvelles fenêtres soit suffisant, un certificat correspondant est exigé.

### Fenêtres antibruit: les exigences à remplir

Une fenêtre antibruit ne doit pas obligatoirement être munie d'un triple vitrage. En effet, un double vitrage d'une épaisseur de 8 et 4 mm avec un espace intermédiaire de 16 mm permet d'obtenir une bonne isolation acoustique atteignant 37 à 38 dB, même sans remplissage de gaz. Il faut cependant accorder une attention particulière à la valeur dite Ctr, qui introduit une correction de l'isolation acoustique se rapportant spécialement au bruit de la route. Les joints sont également très importants. Ils doivent être doubles, faire le tour complet de la fenêtre et être soudés dans les coins. Il ne faut pas non plus oublier les voies de pro-

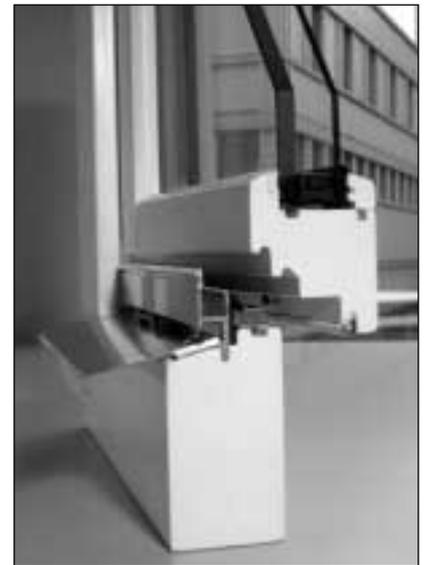
pagation du son telles que les joints des châssis ou les caissons de stores. Ces derniers doivent, dans la mesure où ils sont situés à l'intérieur, être tapissés si possible d'une épaisse feuille métallique. Bien entendu, les murs extérieurs d'un bâtiment doivent aussi offrir une protection suffisante contre le bruit. La norme SIA 181 définit les exigences s'appliquant aux éléments extérieurs, échelonnées selon le degré de nuisance du bruit extérieur et la sensibilité des pièces. Dans un immeuble dont les murs extérieurs sont bien insonorisés, les bruits intérieurs (installations sanitaires, voisins) seront ressentis comme plus dérangeants.

Si un bâtiment est classé, la forme spéciale des fenêtres doit faire l'objet d'une grande attention. Croisillons, traverses et vasistas doivent répondre à des exigences particulières. Comme dit précédemment, la fenêtre antibruit n'est qu'une solution palliative. Tant que les fenêtres sont fermées, les pièces sont relativement bien isolées. Par contre, les balcons, terrasses et autres espaces extérieurs restent exposés. En été, lorsque l'on vit et dort fenêtre ouverte, les pièces d'habitation sont à nouveau sans protection. Il existe certes de coûteux systèmes d'aération avec isolation acoustique; ces derniers comportent néanmoins d'autres inconvénients. Depuis quelque temps, on procède donc au vitrage de balcons, voire de façades entières, afin d'obtenir une meilleure protection contre le bruit. Si de telles mesures peuvent rendre service aux habitants, elles doivent être encouragées dans le cadre de la procédure d'octroi du permis de construire.

*Peter Staub dirige la division «Planification et circulation» du Département des travaux publics dans le canton de Thurgovie*



1



2



3

### L'option thurgovienne en bref

Procédure: Les bâtiments devant être assainis sont déterminés sur la base du cadastre de bruit. Des bureaux mandatés par le canton examinent ensuite en détail les immeubles concernés et les fenêtres existantes. Enfin, les propriétaires des bâtiments sont informés des mesures d'assainissement à prendre et peuvent faire installer des fenêtres antibruit. Le canton prend la facture à sa charge ou rembourse les frais. Le coût moyen par fenêtre, travaux

d'adaptation compris, se monte à environ 1300 francs. Pour un immeuble situé dans un village ou une petite ville, il faut compter 14'000 francs en moyenne.

Dans le canton de Thurgovie, près de 6000 fenêtres d'environ 550 bâtiments ont été assainies jusqu'à fin 1997. Il faut en compter encore autant pour achever l'assainissement de tous les tronçons le long desquels les valeurs d'alarme sont dépassées.

# 55

Planification et construction: jouer la carte phonoabsorbante

*Fig. 1: Les fenêtres antibruit sont une solution palliative. Pour la plupart des habitants, il restera impossible de dormir fenêtre ouverte. (Photo Markus Imbach)*

*Fig. 2: Outre les vitres, qui doivent présenter des épaisseurs suffisantes et surtout différentes, les joints doivent assurer une bonne protection contre le bruit. (Photo Markus Imbach)*

*Fig. 3: Grâce au vitrage, des balcons exposés au bruit peuvent à nouveau être utilisés. La mise en œuvre architecturale de ce genre d'assainissement n'est pas toujours facile. Il y a de bonnes solutions et d'autres moins convaincantes.*



*Le bruit du trafic routier*

# *Du comptage de véhicules au cadastre de bruit*

George Eisler



## **Des modèles acoustiques permettent de calculer l'exposition au bruit du trafic routier**

Les nuisances sonores et polluantes engendrées par le trafic sont souvent perçues de manière subjective. Pour calculer l'exposition au bruit produit par une route, il faut disposer de données actuelles relatives au nombre et au type de véhicules à moteur qui l'empruntent. Celles-ci s'obtiennent par des comptages périodiques ou permanents. Au moyen d'un modèle de calcul spécifique, les niveaux acoustiques sont déterminés pour les bâtiments concernés et consignés dans un cadastre de bruit. Ils forment une base de décision objective pour l'application de diverses mesures de protection contre le bruit.

Conformément à l'article 37 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit, les propriétaires de routes doivent établir un cadastre, qui indique l'exposition au bruit calculée ou mesurée, l'affectation et la sensibilité d'un secteur. Dans le canton de Zurich, on a opté pour une procédure en deux étapes: le cadastre des émissions renseigne sur l'exposition au bruit des différents tronçons routiers, tandis que celui des immissions indique le niveau de bruit mesuré au niveau des façades des bâtiments concernés.

### **Valeur d'émission: le bruit mesuré à un mètre de l'axe de la route**

Afin de pouvoir calculer l'exposition au bruit, il faut tout d'abord bien connaître les sources des nuisances sonores. En ce qui concerne le bruit de la route, il s'agit en premier lieu de déterminer avec exactitude le volume de trafic sur chaque tronçon, ainsi que le trafic de jour et de nuit en moyenne annuelle. En second lieu, on examine la part du trafic poids lourds, la vitesse des véhicules et, enfin, l'inclinaison, ainsi que le revêtement de la route.

Les calculs se font généralement au moyen de deux boucles en fil métallique placées l'une derrière l'autre et scellées dans le revêtement. Le métal des voitures qui passent entraîne une modification du champ magnétique. Voilà qui permet de déterminer avec exactitude la longueur et la vitesse de chaque véhicule. Un compteur placé au bord de la chaussée enregistre les données. Celles-ci sont relevées périodiquement par le biais d'un modem ou de supports d'enregistrement mobiles. On vérifie ensuite si elles sont complètes et valables. Malgré des programmes informatiques sophistiqués, une bonne connaissance des lieux et beaucoup d'expérience sont nécessaires pour décider si les chiffres ainsi obtenus sont réalistes. Une fois cet examen terminé, on procède au calcul du trafic journalier moyen



*Le bruit du trafic routier*

(TJM) pour chaque tronçon, ainsi que des volumes du trafic horaire de jour (entre 6 et 22 heures) et de nuit.

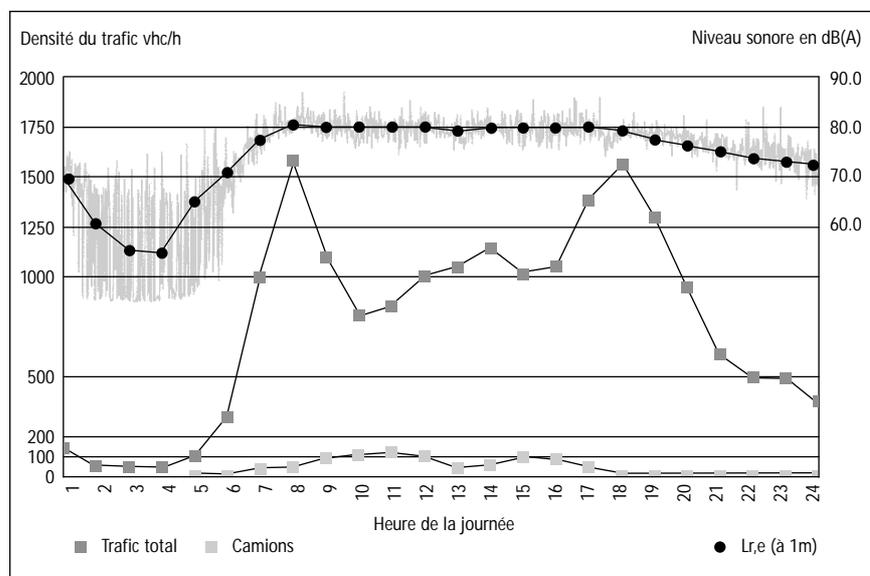
La route est une source sonore linéaire. Sur le plan acoustique, elle est considérée comme une ligne droite, sur laquelle les véhicules à moteur – sources sonores ponctuelles – se déplacent comme des perles sur un fil. Dans le modèle de calcul utilisé, l'ensemble des véhicules circulent sur la ligne médiane. Une formule empirique permet de calculer la valeur d'émission ( $L_{r,e}$ ) pour la période du jour ou de la nuit. Cette valeur est définie comme le niveau acoustique mesuré à une distance d'un mètre de l'axe de la route; elle est influencée par le volume de trafic, la part de poids lourds et la vitesse. Une pente ascendante de plus de 3 pour cent entraîne une augmentation supplémentaire du niveau acoustique. Si, par contre, le volume de trafic est inférieur à 100 véhicules à moteur par heure, l'expérience montre que l'effet incommode diminue de façon disproportionnée. Pour tenir compte de ce fait, on applique un coefficient de correction (max. -5 dB au dessous de 30 véhicules/h).

### Valeur d'immission – le niveau acoustique mesuré près des fenêtres des immeubles exposés

Le cadastre d'émission est à la base du cadastre d'immission, qui s'applique spécifiquement aux bâtiments. En plus des données relatives à l'emplacement des immeubles et de la route, on calcule la baisse du niveau acoustique (distance, angle de visée, obstacles, réflexions). La valeur d'immission ainsi obtenue, appelée niveau d'évaluation ( $L_r$ ), peut être comparée aux valeurs limites déterminantes. Le cadastre d'immission contient des informations indispensables pour procéder aux futurs assainissements sonores; il est uniquement établi dans ce contexte. Le système d'information géographique (SIG) convient idéalement à l'évaluation de cet important volume de renseignements. Il permet d'exploiter des données relatives à l'espace et d'en faire une représentation cartographique. Ainsi, il est possible de définir des couloirs de bruit le long des routes et de faire des recouvrements avec les bâtiments (cf. Fig.2). Voilà qui rend les valeurs chiffrées – jusque-là abstraites – claires et tangibles.

George Eisler dirige la section transports du Service des travaux publics dans le canton de Zurich

### Evolution journalière du trafic et du niveau sonore



1

### Corridors isophones de routes bruyantes



2

Fig. 1: La courbe journalière décrit l'évolution horaire du volume de trafic (total) et du trafic poids lourds (LW). Malgré la diminution du volume de trafic entre les heures de pointe en début et en fin de journée (7 à 8 heures et 17 à 18 heures), le niveau acoustique ( $L_{r,e}$ ) ne baisse pas en raison de l'augmentation du trafic poids lourds. Aussi le niveau sonore mesuré reste-t-il constant – et élevé – toute la journée. Voilà qui est confirmé par des mesurages effectués simultanément à proximité de l'installation de comptage de véhicules.

Fig. 2: Dans le système d'information géographique, on superpose à la carte des corridors isophones de 70 dB(A), dont la largeur dépend de l'intensité du trafic sur la route concernée. Si des bâtiments se trouvent à l'intérieur du corridor, les valeurs d'alarme sont dépassées et des fenêtres antibruit doivent vraisemblablement être installées.



## Poids lourds: un bruit infernal

### Le rôle des camions dans les émissions sonores dues au trafic routier

Dans le cadre des négociations entre la Suisse et l'Union européenne en 1997, aucun sujet n'a autant préoccupé la population que les taxes sur le transit des poids lourds. Au centre du débat, les aspects économiques, mais aussi et surtout les questions écologiques. Aujourd'hui déjà, les camions sont responsables de la moitié du bruit de la circulation, et les transports de marchandises continueront à augmenter de façon disproportionnée. Outre le transfert sur le rail, certaines innovations techniques permettraient de réduire considérablement ces nuisances sonores.

Peter Graf

Un demi-million de voitures et 7000 camions se partagent aujourd'hui équitablement la responsabilité du bruit dû à la route dans le canton de Zurich. En simplifiant un peu, on peut dire que la situation est la même dans toute la Suisse. Cela tient à deux raisons. D'une part, le camion est un véhicule utilitaire destiné au transport de marchandises. Il est rentable seulement lorsqu'il roule. A l'arrêt il coûte de l'argent (il ne rapporte rien). Aussi les utilitaires affichent-ils un kilométrage largement supérieur à celui des voitures de tourisme. Celles-ci parcourent quelques milliers ou dizaines de milliers de kilomètres par an. Dans le même temps, le poids lourd fait plusieurs fois le tour du globe.

D'autre part, si l'utilisation du camion obéit à des critères économiques, il en va de même de sa construction. La puissance du moteur et le poids total sont optimisés, tandis que la protection contre le bruit se résume au minimum légal. Pour qu'un camion pleinement chargé puisse suivre le flux du trafic, le chauffeur doit souvent faire tourner le moteur à plein régime. Voilà qui explique le niveau de bruit élevé qui caracté-

térise les poids lourds. En effet, un camion est aussi bruyant que 10 à 15 voitures de tourisme.

#### La solution: «encapsuler» le moteur...

Beaucoup de voitures de classe moyenne supérieure sont équipées de moteurs dont la performance de pointe n'a rien à envier à celle d'un semi-remorque. Si l'on dépensait autant pour réduire les émissions sonores du trafic poids lourds qu'on le fait pour ces automobiles, les camions seraient bien plus silencieux. D'après certaines études, le potentiel de réduction serait de 8 dB. Ainsi, l'encapsulation (cloisonnement) du moteur diminuerait le bruit de quelques décibels. Les valeurs limites de l'expertise-type de l'UE, valables en Suisse depuis 1995, sont inférieures de 4 dB aux valeurs auparavant en vigueur dans notre pays.

Contrairement à une voiture de tourisme moderne et compacte, un camion compte, outre le moteur et la boîte à vitesses, de nombreuses sources de bruit supplémentaires, telles que groupes auxiliaires, systèmes de refroidissement et dispositifs

d'échappement surélevés. Des études menées par Sulzer Innotec sur mandat de l'OFEP ont fourni des renseignements sur la répartition verticale de ces différentes sources de bruit. Il s'est avéré que pour une petite partie des véhicules utilitaires seulement, les orifices d'échappement surélevés ou les groupes frigorifiques sur la cabine du conducteur déplacent nettement le point d'émission vers le haut. Des pots d'échappement plus silencieux et des groupes auxiliaires bien isolés et entretenus pourraient atténuer les émissions de ces importantes sources de bruit. Des améliorations de ce type ne se font cependant pas en un coup de baguette magique, et il est à craindre que les parois antibruit ne puissent entre temps plus amortir toutes ces nuisances.



Le bruit du trafic routier

## ... pneus silencieux, conduite feutrée

Le bruit provient en grande partie des pneus. Lorsqu'une voiture roule à une vitesse supérieure à 50 km/h, le bruit de roulement couvre celui du moteur. Dans le cas du camion, ce seuil critique se situe entre 70 et 80 km/h. Le bruit de roulement dépend du nombre de roues. Si le poids maximum autorisé passe de 28 à 40 tonnes, le nombre d'essieux augmente lui aussi, tout comme le bruit de roulement. Les mesures de Sulzer Innotec montrent que lorsque le poids double, le niveau sonore n'augmente que de 1,2 dB environ. A des vitesses plus élevées, le bruit des pneus sur la chaussée reste toutefois dominant, et des pneumatiques silencieux diminueraient par conséquent les émissions globales. Dans toute la mesure du possible, il faut éviter les pneus tout terrain très profilés.

Un style de conduite à faible régime est également efficace, et peu coûteux de surcroît. Cette mesure revêt une importance particulière lorsque les véhicules circulent à moitié pleins, voire vides. Etant donné que le chargement moyen d'un camion est de 5 tonnes environ, il n'est guère nécessaire de lancer le moteur à plein régime à chaque vitesse. A cet égard, l'effort n'incombe pas seulement aux conducteurs, mais également aux entreprises de transport, qui peuvent exploiter pleinement la capacité de chargement des véhicules et récompenser les employés qui adoptent une conduite économique et qui ménagent leur véhicule.

## Plus de bruit en perspective

Les comptages de véhicules effectués périodiquement depuis quelques années montrent que le trafic motorisé croît encore de près de trois pour cent chaque année. Le Service d'étude des transports (SET) prévoit lui aussi qu'en 2015, notre réseau routier sera nettement plus fréquenté qu'aujourd'hui. On s'attend à une augmentation de 50 pour cent des transports de marchandises par véhicules lourds, tandis que le trafic privé pourrait croître d'au moins 20 pour cent. Ces mouvements supplémentaires se concentreront avant tout sur les agglomérations urbaines et les principaux axes de transit. Là où justement la population est déjà actuellement exposée à d'importantes nuisances sonores et où les mesures de protection sont difficiles à réaliser.

L'augmentation du volume global du trafic conduira à une multiplication des goulots d'étranglement et des embouteillages sur nos routes. La nuit, quand la circulation est moins dense, semble donc idéale pour les transports. Aujourd'hui déjà, le trafic poids lourds constitue de loin la principale source de bruit nocturne dans bien des pays de l'UE. L'interdiction en Suisse de rouler la nuit n'en revêt qu'une importance plus grande pour la lutte contre le bruit. Il s'agit également de maintenir l'interdiction du dimanche, étant donné que beaucoup de gens apprécient particulièrement le repos dominical.

Outre l'adoption d'une redevance sur les poids lourds liée aux prestations, il convient

aussi de ne pas trop augmenter la limite de poids des camions. Même si une élévation à 40 tonnes ne signifierait pas des véhicules beaucoup plus bruyants, elle constituerait un désavantage économique du rail par rapport à la route, indésirable sur le plan de la lutte contre le bruit.

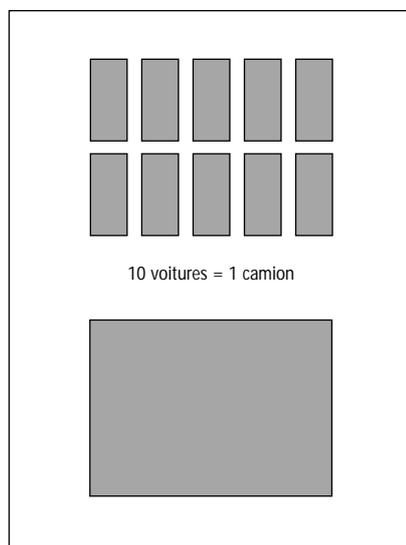
Même si l'on parvient, pour les grandes distances, à transférer davantage les marchandises vers le rail, le camion restera indispensable pour la petite distribution. Et comme ce trafic touche avant tout les agglomérations, sensibles au bruit, les efforts pour limiter la pollution sonore conserveront toute leur actualité.

*Peter Graf dirige le service spécialisé de la protection contre le bruit du canton de Zurich*

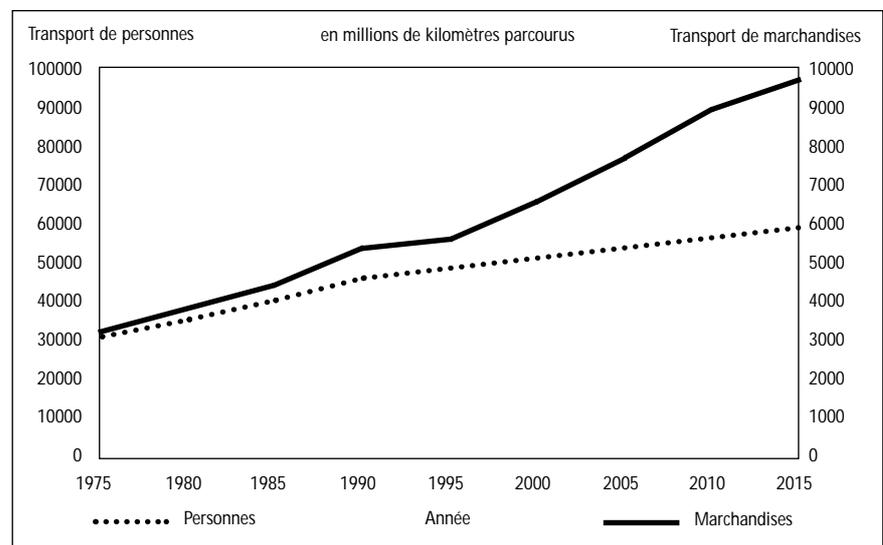
*Fig. 1: Un camion fait à peu près autant de bruit que 10 à 15 voitures, ce qui équivaut à une différence de 10 à 12 dB entre ces deux moyens de transport. Une cause parmi d'autres: un moteur souvent mal insonorisé et de puissance à peine suffisante, qui doit être poussé à plein régime lorsque le camion est lourdement chargé.*

*Fig. 2: Un avenir bruyant sur les routes: d'après un scénario qui ne prévoit guère de nouvelles orientations fondamentales de la politique des transports et de l'environnement, les transports de marchandises augmenteront d'environ 50 pour cent ces 15 prochaines années. (Source SET)*

## Comparaison des émissions sonores entre voiture et camion



## Evolution des transports en Suisse



# Mettre une sourdine aux routes bruyantes

Werner Stalder **Qu'est-ce qu'une limitation du bruit à la source le long des routes**

Le principe de prévention arrêté dans le droit sur la protection de l'environnement et la conception de lutte contre le bruit à trois niveaux exigent une limitation systématique des émissions. Réduire le bruit des routes signifie deux choses. Premièrement, canaliser autant que possible la circulation, en l'orientant vers les grands axes par des mesures incitatives voire limitatives. Deuxièmement, calmer le trafic, sur toutes les routes, en favorisant une conduite plus lente et plus régulière, à bas régime.

Les progrès réalisés jusqu'ici dans la limitation du bruit émis par les voitures (cf. l'article «Des caisses qui ne font pas résonance») sont anéantis au fur et à mesure. D'une part, la mobilité ne cesse d'augmenter, et avec elle le parc automobile; d'autre part, les grosses cylindrées et les grands volumes utiles ont la cote. Ni l'extension de l'offre des transports publics, ni les stratégies communales ou régionales en matière de circulation et de parking ne semblent pouvoir renverser cette tendance. C'est pourquoi des mesures supplémentaires pour réduire le bruit sur les routes mêmes sont incontournables. Le but n'est pas de contrarier les automobilistes ni les chauffeurs de camions. Il s'agit bien plus de les motiver, eux qui sont coupés du monde extérieur dans leur véhicule, à adopter un mode de conduite adapté à la situation et surtout plus silencieux.

## Influence sur le bruit de la vitesse et de l'orientation du trafic

Une stratégie d'orientation du trafic, combinée avec une signalisation ad hoc, permet de concentrer le trafic sur les axes principaux. Ainsi, les itinéraires secondaires qui traversent les quartiers d'habitation peuvent en grande partie être soulagés. Pour atteindre cet objectif, divers trains de mesures sont envisageables. Citons les dispositifs de contrôle à l'entrée des agglomérations, les systèmes de guidage, les feux coordonnés, les giratoires sur les axes principaux, ou encore les restrictions de passage, les interdictions partielles de circuler, les préférences pour certains types de véhicules, les zones «30 km/h» et enfin les tronçons modérateurs du trafic sur les routes secondaires. Au détriment d'une légère augmentation des émissions sonores sur l'axe principal, il est ainsi possible de réduire considérablement le bruit sur tout le réseau secondaire.

Autre instrument important pour lutter contre le bruit: la réglementation de la vitesse

maximale. A l'intérieur des localités, une limitation à 30 km/h au lieu de 50 km/h peut abaisser le niveau de bruit d'environ 2 dB(A). Sur les autoroutes, passer de 120 km/h à 80 km/h pourrait même diminuer de moitié l'énergie acoustique (réduction de 3 dB(A)). Il convient de relever ici que ce n'est pas uniquement la vitesse moyenne qui baisse, mais également le nombre et l'ampleur des pointes. Un seul véhicule particulièrement bruyant suffit à annuler notablement l'effet global des mesures antibruit.

## Mesures architectoniques sur les routes pour réduire le bruit

Il convient d'envisager les diverses mesures architectoniques ci-après pour orienter le trafic de manière optimale sous l'angle de la protection contre le bruit:

- conception de giratoires;
- aménagement de l'espace routier à l'intérieur des localités, en particulier à l'entrée de celles-ci, par exemple rétrécissements ou îlots, nœuds routiers, rehaussements de la chaussée;
- séparation des différentes voies de circulation (par ex. pistes cyclables séparées); ce faisant, il ne faut surtout pas élargir la chaussée réservée aux véhicules à moteur, car les automobilistes seraient alors tentés de rouler plus vite;
- disposition des places de parc, par exemple les aménager de manière décalée des deux côtés de la route, afin de rompre le tracé en ligne droite;
- mise en évidence des places de parc au moyen de couleurs et de mesures architectoniques (attention: éviter des revêtements augmentant le niveau sonore (pavés)!);
- renforcement optique des mesures en plantant des arbres solitaires ou en créant des allées;
- assainissement des joints de chaussées et de ponts.

La transformation d'un croisement réglé par



Le bruit du trafic routier

des feux ou des stops en un giratoire permet de baisser le niveau de bruit d'approximativement 1 dB(A) dans les environs immédiats. De plus, les émissions polluantes s'en trouvent réduites. Par ailleurs, les possibilités offertes par les revêtements peu bruyants n'ont de loin pas été exploitées au maximum (cf. l'article «Le revêtement routier du futur»).

### Contrôles préventifs de la police

Malheureusement, beaucoup d'automobilistes ne respectent pas les signalisations. Un affichage automatique de l'allure momentanée peut les rendre attentifs à leur vitesse et les amener ainsi à modifier leur comportement. Les organes d'exécution doivent néanmoins installer aussi des radars fixes à titre préventif. L'expérience montre que même des boîtes non équipées ont leur effet.

### Effets et perception subjective des mesures de protection contre le bruit

L'effet acoustique des mesures à la source n'est souvent pas très grand: pris individuellement, il peut même être inférieur à 1 dB(A); qui plus est, les réductions ne peuvent pas toujours être additionnées (par ex. revêtement peu bruyant et limitation de vitesse). Il n'en reste pas moins qu'une diminution de 2 dB(A) représente une réduction du bruit général pouvant atteindre 60 pour cent, si aucun obstacle n'empêche la propagation. Il n'est pas rare non plus qu'une réduction de 1 à 2 dB(A) soit sous-estimée et taxée de «non perceptible, située dans la marge d'erreur du calcul». Une telle attitude est inadmissible! Des études scientifiques prouvent que des différences de 1 dB(A) pour des niveaux moyens (Leq) sont déjà perceptibles subjectivement. Il arrive assez souvent que le spectre des sons change, plus précisément que les fréquences basses augmentent. La modification réelle, ressentie subjectivement, ne peut pas, dans certains cas, être appréciée correctement avec des valeurs en dB(A). En l'occurrence, il faut mesurer l'intensité sonore. Les mesures à la source profitent généralement à de très nombreuses personnes, parce qu'elles déploient leurs effets non seulement sur des bâtiments isolés, mais sur toute la longueur d'un axe routier. Elles sont en outre peu chères et donc intéressantes du point de vue économique. Hélas, la volonté politique manque pour imposer ce type de mesures.

*Werner Stalder est co-proprétaire de l'entreprise Planteam GHS à Sempach-Station. Il dirige, à temps partiel, la Division protection contre le bruit de l'Office de la protection de l'environnement du canton de Nidwald.*

### Effet acoustique de la hiérarchisation du trafic

Sans orientation du trafic:		Avec orientation du trafic:	Effet:
Axe princ.:	30'000 véhic./jour	36'000 véhic./jour (D = +6000)	env. +1 dB(A)
Axe second.:	9000 véhic./jour	3000 véhic./jour (D = -6000)	env. -5 dB(A)
Axe secondaire: avec 25% de véhicules lourds		Axe secondaire: avec 10% de véhicules lourds	env. -3 dB(A)



*Fig. 1: A Inwil (LU), un giratoire a remplacé un croisement avec feux de signalisation. Les émissions de bruit et de polluants atmosphériques ont diminué.*



*Fig. 2: Nouvel aménagement de l'espace routier à l'entrée de la localité de Root (LU). Des îlots placés au milieu de la chaussée font ralentir les automobilistes, qui adaptent ainsi leur vitesse avant même d'entrer dans le village.*



*Fig. 3: Nouvelle conception architectonique de l'entrée dans une zone «30 km/h» en ville de Lucerne. Un rétrécissement, un rehaussement de la chaussée et la disposition de bacs à fleurs attirent l'attention du conducteur sur la nouvelle vitesse maximale.*

1

2

3



# Le revêtement routier du futur

Hans-Jörg Grolimund et  
André Meister

## Du nouveau dans les revêtements routiers phonoabsorbants

Dans les zones à forte densité de population, le seul moyen de réduire le bruit à la source est le plus souvent de poser des revêtements phonoabsorbants (absorbant le bruit). Non seulement ils ne portent atteinte ni au site ni à la sécurité du trafic, mais ils engendrent des coûts économiquement supportables dès lors qu'ils sont installés au moment où se déroulent les travaux d'entretien indispensables de tout axe routier.

Les revêtements phonoabsorbants sont de deux types: à pores ouverts et étanches. Les revêtements drainants à porosité ouverte de la dernière génération présentent, pour 25 pour cent de vides environ, des propriétés acoustiques remarquables et une excellente résistance à la déformation. Leur durée de vie mécanique est au moins aussi longue que celle des revêtements noirs traditionnels et ils permettent de réduire le bruit de 3 à 5 dB(A). Les mesures acoustiques les plus récentes révèlent que, sur les routes fortement fréquentées à vive allure, l'autonettoyage élevé maintient cette baisse en permanence.

Pour ce qui est des autoroutes, plus rien ne s'oppose aujourd'hui à l'utilisation de revêtements drainants, mais ces derniers requièrent une série d'adaptations en matière de construction et d'entretien, notamment pour l'évacuation des eaux et le service hivernal.

Les revêtements drainants ne sont en revanche pas appropriés sur les routes où les véhicules roulent à bas régime et ce, pour plusieurs raisons: les pores s'encrassent trop, l'autonettoyage est trop faible et le nettoyage mécanique trop coûteux, si bien qu'à long terme, le comportement acoustique est mauvais. Cela étant, la recherche s'est concentrée ces dernières années sur les revêtements étanches, parmi lesquels viennent aujourd'hui en tête les revêtements à base de mastic bitumineux, d'asphalte gravillonné ou encore, en Suisse romande, d'asphalte brut. Ces revêtements sont également utilisés pour leur bonne stabilité. La réduction du bruit se situe entre 2 et 4 dB(A). Du point de vue acoustique, il convient d'utiliser des revêtements fins dont les grains ne dépassent pas 6 à 8 millimètres.

Les revêtements les plus bruyants sont les revêtements en pavés, en béton et en béton bitumineux. Malgré tous les efforts entrepris

pour les rendre plus silencieux, ils ne sont pas encore suffisamment phonoabsorbants.

### La mesure d'assainissement la plus avantageuse

Les revêtements phonoabsorbants actuels permettent d'abaisser le niveau de bruit de 2 à 4 dB(A) dans les localités (où les véhicules roulent lentement) et de 3 à 5 dB(A) sur les autoroutes, ce qui est comparable à une réduction de moitié du volume du trafic. De plus, de par la surface poreuse de la majorité de ces revêtements, la fréquence sonore est plus basse. Or plus le bruit est grave, moins il est incommodant.

Des études ont montré que cette réduction de bruit permettait de diminuer de moitié les coûts engendrés par d'autres mesures d'assainissement telles que les parois antibruit ou les fenêtres insonorisées qui, en outre, nécessitent des travaux d'entretien réguliers. Conclusion: les revêtements phonoabsorbants représentent une mesure d'assainissement particulièrement avantageuse.

La pose de revêtements phonoabsorbants – surtout dans les zones où les véhicules roulent lentement – connaît un réel essor depuis quelques années seulement, soit dès qu'est apparu leur intérêt non seulement acoustique, mais également économique. Nul doute que leur expansion va encore croître.

Hans-Jörg Grolimund est associé et André Meister collaborateur d'un bureau d'ingénieurs à Berne.



Le bruit du trafic routier

### Réduction de bruit des différents revêtements routiers. Dispersion en dB(A)

Type de revêtement	Dispersion en dB(A)									
	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
Pavés										
Béton										
Béton bitumineux										
Mastic bitumineux										
Asphalte brut										
Asphalte gravillonné										
Asphalte drainant										

Il y a goudron et goudron. L'intensité sonore varie fortement selon la grosseur des grains et le nombre de vides absorbants. Le bruit des voitures a été mesuré et la valeur de référence pour le revêtement noir calculée au moyen du modèle pour le bruit du trafic routier StL 86.



# *Des caisses qui ne font pas résonance*

Walter Egli

**Voitures silencieuses et pneus de velours: contributions à une conduite silencieuse**

Une lutte active contre le bruit des voitures ne signifie pas uniquement des moteurs et des châssis plus silencieux, mais encore une carrosserie et des pneus peu bruyants. Le consommateur doit également participer, car les efforts consentis jusqu'ici sont réduits à néant par les tendances actuelles: voitures lourdes, grosses cylindrées et pneus larges.

Ces dernières années, la limite du niveau de bruit admise à l'expertise des véhicules à moteur a été progressivement abaissée. Les effets sur la pollution sonore sont toutefois modestes, vu que les régimes d'exploitation définis pour les tests ne correspondent en rien aux situations réelles dans la circulation. L'Union européenne a décidé de remédier à ces manquements afin que les efforts déployés par l'industrie automobile pour fabriquer des véhicules plus silencieux puissent porter leurs fruits.

## **Le poids et la construction définissent les effets acoustiques**

Le rapport entre véhicule et bruit est simple à première vue: pour mettre en mouvement une masse, il faut de la force. Dans le cas des moteurs à explosion, une partie de cette dernière est dégagée sous forme d'énergie

acoustique. En conséquence: plus un véhicule est lourd, plus il faut d'énergie pour l'accélérer, d'où des émissions sonores plus importantes. Dans le cas des voitures de tourisme modernes, ce lien indéniable est soigneusement camouflé par des différences de construction. D'une manière générale toutefois, la protection contre le bruit est meilleure dans les grandes limousines d'un certain prix, notamment dans le but de réduire le niveau sonore dans l'habitacle. S'agissant des voitures de luxe, et plus particulièrement des bolides de sport, les constructeurs font aujourd'hui du «sound design» pour diminuer les émissions tout en conservant le bruit caractéristique du moteur, à l'intérieur comme à l'extérieur. En d'autres termes, une Porsche même silencieuse doit sonner comme une Porsche!

## Le bruit du roulement, source dominante

Dans les voitures de tourisme actuelles, ce n'est plus le moteur qui constitue la principale source de bruit. Celui-ci dominera tout au plus dans les localités aux prises avec des embouteillages. Dès que la vitesse atteint 50 km/h, les émissions sonores des pneus prennent le dessus; sur l'autoroute, elles sont pratiquement seules, combinées avec le revêtement de la chaussée et le bruit du vent sur la carrosserie. Le bruit dû à la constellation pneus-chaussée augmente également lorsqu'une voiture accélère, freine ou prend un virage. Dans le cas de véhicules lourds équipés de pneus larges, ces phénomènes sont déjà perceptibles à partir d'une vitesse de 30 km/h.

## Des pneus plus silencieux s.v.p.

Les mesurages montrent que la différence entre un pneu bruyant et son frère silencieux peut atteindre 1 à 2 dB(A). Le bruit de roulement dépend de facteurs très divers. Outre le mélange de gomme utilisé, qui permet d'influer sur l'impact des sculptures au sol, la géométrie du profil et la largeur du pneu jouent un rôle. L'air qui s'enfile dans les rainures participe aussi aux émissions sonores. Même la température n'est pas indifférente. Il est en revanche difficile de déterminer les modifications des bruits résultant de l'usure des pneus. La fabrication de pneumatiques plus silencieux serait pourtant facile: des profils particulièrement fins réduisent le travail de fouillage de la gomme, ce qui réduit la résistance au roulement et les émissions de bruit. Cependant, la réduction du drainage accroît le danger d'aquaplaning, ce qui va à l'encontre d'une exigence primordiale en matière de sécurité. Il faut donc trouver un compromis. La solution réside dans le mélange: la recette de l'avenir comprendra surtout du silicium traité, appelé à remplacer la majeure partie de la suie utilisée aujourd'hui; il faudra aussi recourir à des caoutchoucs spéciaux.

Les émissions sonores figurent de plus en plus souvent parmi les caractéristiques examinées dans les tests comparatifs publiés dans les journaux spécialisés. Le consommateur soucieux non seulement du prix, de la durée de vie et du comportement sur chaussée mouillée, mais aussi du «confort auditif» du produit, trouve donc désormais des informations sur ce point. Mais la comparaison reste difficile, car les indications absolues en décibels ou l'évaluation acoustique (test auditif) font généralement défaut. Les mesurages révèlent que pour un même profil, les pneus étroits ont tendance à être plus silencieux que les pneus larges d'un gabarit

de 175 à 195, dont sont actuellement équipées beaucoup de voitures de classe moyenne. Plus important encore toutefois: le type de pneus (marque/profil). A noter qu'aujourd'hui les pneus neige et les regommés ne sont pas forcément plus bruyants que leurs homologues estivaux.

## Les boîtes automatiques aident à rouler plus calmement

L'utilisation optimale de la technique moderne dépend de plus en plus du comportement des conducteurs. Les progrès réalisés par les fabricants de voitures et de pneus pourraient produire des résultats autrement meilleurs si les automobilistes roulaient à bas régime (cf. l'article «Pas si difficile de rouler feutré»). Les véhicules à boîte automatique sont particulièrement favorables à cet égard; les importants changements du nombre de tours sont évités, sauf en cas d'accélération extrême.

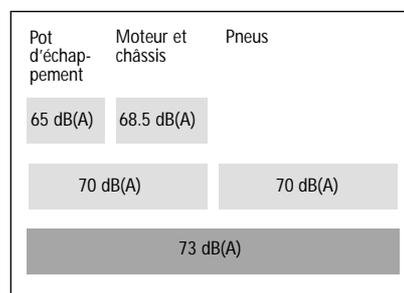
Pour le moment, elles sont encore de la musique d'avenir: les mesures antibruit visant à neutraliser les ondes sonores émises, au moyen d'ondes perturbatrices allant en sens contraire et dont les phases sont décalées. Mais ce qui se fait actuellement pour les machines stationnaires pourrait un jour être appliqué à la construction automobile. Les recherches sur la réduction du bruit dans l'habitacle sont en effet très avancées.

*Walter Egli est collaborateur du service spécialisé de la protection contre le bruit du canton de Zurich*

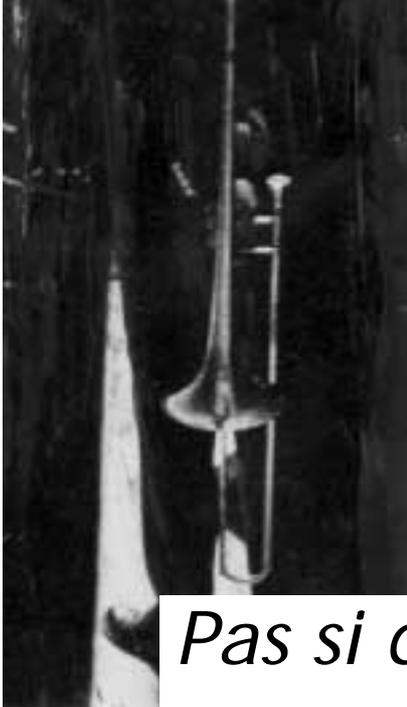


Le bruit du trafic routier

## Addition des sources de bruit pour une voiture de tourisme



*Passage d'une voiture moderne roulant à 50 km/h et à bas régime: les résultats du mesurage montrent que les pneus font autant de bruit que le moteur et le châssis.*



# *Pas si difficile de rouler feutré*

Hans Marti **Les nouveaux moteurs sont moins bruyants et moins gourmands**

**Les voitures deviennent de plus en plus silencieuses, mais le bruit ne diminue pas. Une contradiction qui s'explique notamment par le fait que les conducteurs ne savent pas tirer pleinement parti des nouveaux moteurs. La formule magique: «rouler à bas régime» ... et l'effet serait comme si le trafic avait baissé de moitié. C'est aberrant que nous continuions à conduire nos carrosses hightech comme les tacots de nos grands-pères.**

Le style de conduite influence beaucoup les émissions. Toutefois, il ne faut pas uniquement optimiser les émissions sonores, mais également la sécurité routière, la pollution de l'air et la consommation d'énergie.

Les résultats des mesurages reproduits dans la figure 1 montrent que les voitures émettent beaucoup plus de bruit dans les petits rapports (nombre de tours élevé) que dans les grands, que l'on accélère ou que l'allure soit constante.

La figure 2 représente la consommation d'essence en fonction du nombre de tours du moteur. Les conclusions sont étonnantes, d'autant plus que les valeurs extrêmes n'ont pas été prises. Celui qui roule en faisant beaucoup tourner son moteur brûle 25 pour cent de carburant de plus, sans être plus rapide pour autant.

## **Sûr, souverain et... respectueux de l'environnement**

La conduite à haut régime, pratiquée par le plus grand nombre, correspond à ce qui était enseigné il y a 10 ou 20 ans. Cependant, les moteurs modernes permettent de choisir un rapport supérieur, de rouler feutré en faisant preuve de prévoyance. Cette nouvelle technique satisfait en outre à toutes les conditions de la sécurité routière. Il est donc recommandé d'adopter un mode de conduite favorable aussi bien du point de vue de la consommation d'énergie, de la pollution de l'air, des émissions de bruit ou de la sécurité.

La possibilité de faire des économies est certainement l'argument le plus convaincant pour inciter les gens à conduire autrement. Rouler dans le respect de l'environnement c'est aussi ménager sa bourse. L'observation

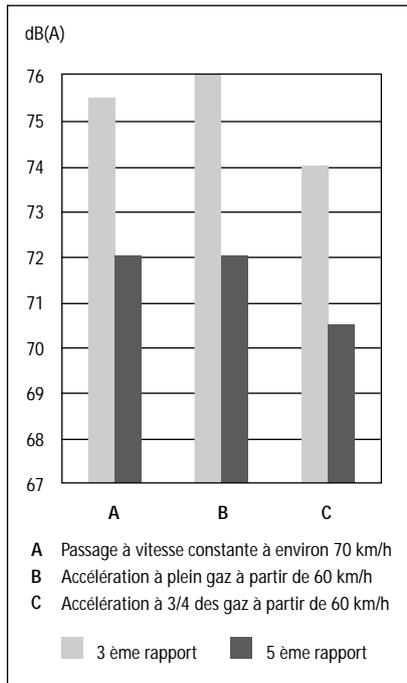
des quelques règles fondamentales données ci-après permet de réduire considérablement la consommation d'essence et les émissions sonores.

## **2000 tours par minute c'est suffisant**

Rouler à bas régime ne signifie pas forcément se trainer à l'allure d'un escargot. En effet, celui qui surveille sa consommation d'essence ne constitue pas un obstacle au trafic. En revanche une chose est certaine: conduire trop lentement peut pousser d'autres usagers à entreprendre des manœuvres de dépassement inconsidérées et dangereuses. Le choix de la bonne vitesse dépend de la situation. Il faut par conséquent toujours tenir compte du flux de trafic, des conditions de la chaussée, du comportement des autres conducteurs et anticiper les risques afin d'y remédier. Ainsi, s'il faut tourner ou accélérer à court terme, il convient de choisir un rapport suffisamment petit pour ne pas perturber la fluidité du trafic. Sur les tronçons droits où la visibilité est bonne, il faut en revanche mettre le rapport le plus grand possible. Par contre, il faut éviter que la vitesse de rotation du moteur soit trop faible afin que le moteur conserve suffisamment de reprise. Avec les moteurs actuels, on peut ainsi descendre sans problème jusqu'à 2000, voire 1500 tours/minute.

## Manière de conduire et bruit d'un passage à vitesse constante

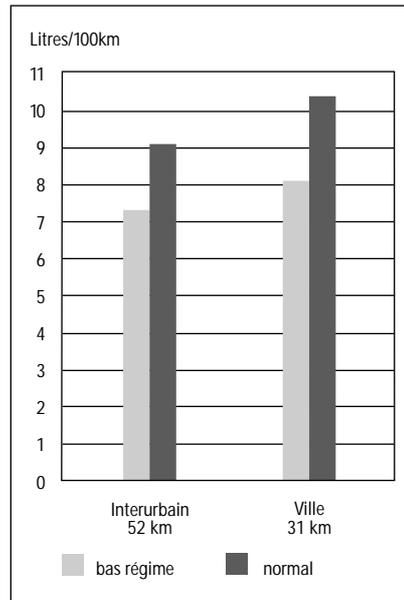
Moyenne des valeurs mesurées de trois voitures courantes différentes



1

## Manière de conduire et consommation de carburant

Sans variation importante du temps de parcours



2

Fig. 1: Rouler à bas régime réduit le niveau sonore d'au moins 3 décibels, ce qui équivaut à une diminution de moitié de l'énergie acoustique. Une voiture roulant en 3e fait donc autant de bruit que deux roulant en 5e.

Fig. 2: En roulant systématiquement à bas régime en ville, il est possible d'économiser au moins 20 pour cent de carburant.

Fig. 3: Incroyable mais vrai: 32 voitures à 2000 tours/minute font le même bruit qu'une seule à 4000 tours/minute.

## Passer rapidement la vitesse supérieure, freiner au lieu de rétrograder

Rouler en respectant l'environnement, c'est éviter les accélérations brusques. Autrement dit:

- Passer la deuxième immédiatement après avoir démarré.
- Accélérer brièvement en deuxième et mettre rapidement la troisième, environ aux 3/4 des gaz (et environ à 2500 tours/minute). Procéder de même pour les rapports supérieurs.
- Relâcher lentement l'accélérateur peu avant d'atteindre l'allure souhaitée et maintenir la vitesse de croisière.

Lors d'un ralentissement, il y a également quelques règles à observer pour réduire sa consommation de carburant et les émissions de bruit:

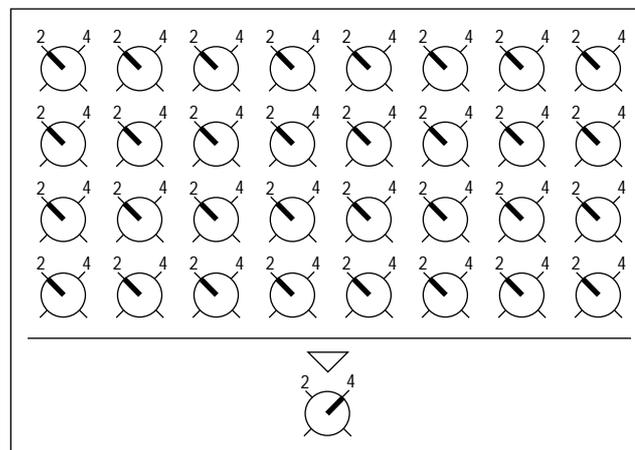
- Lever le pied suffisamment tôt pour exploiter l'élan sur le tronçon le plus long possible. Ralentir cependant de manière à ne pas gêner les véhicules qui suivent et à ne pas les inciter à dépasser.
- Laisser la voiture rouler aussi longtemps que possible sans rétrograder.
- Ne pas freiner avec le moteur, mais avec les freins.
- Mettre si possible directement la bonne vitesse pour la poursuite de sa course (en sautant les autres).

## Anticiper

Pour appliquer ces règles, il faut rouler en anticipant ce qui va suivre. Le conducteur doit en effet analyser à tout moment la situation sur la route s'il veut avoir une marge de manœuvre suffisante pour conduire de façon respectueuse de l'environnement.

*Hans Marti dirige le secteur technique à l'office de la circulation dans le canton de Zurich*

## Rapport entre nombre de tours et bruit



3



Le bruit du trafic routier

*Le bruit du trafic  
ferroviaire et aérien*



# Quand le bruit des NLFA résonne dans les mayens



Axes ferroviaires et routiers empoisonnent le paysage sonore par leurs émissions

Giorgio Travaglini

La géographie du Tessin est caractérisée par des vallées profondes et des montagnes. Cette configuration exacerbe l'exposition aux émissions sonores des axes de circulation, anciens et nouveaux, qui s'étirent dans le fond des vallées. Les réflexions des ondes sonores entraînent un bruit de fond désagréable, impossible à saisir avec des considérations sur les valeurs limites.

Dans les vallées encaissées, le bruit ne peut pas s'échapper comme en plaine. Le passage d'un train, d'un camion ou d'une moto est annoncé bien à l'avance et le son retentit encore longtemps après. Les flancs de la vallée, qui font en quelque sorte caisse de résonance, réfléchissent le bruit, qui rebondit d'un côté à l'autre au lieu de se dissiper. Ces ondes sonores indirectes, qui se déplacent beaucoup plus rapidement que leur source, accompagnent le bruyant événement. Les différentes phases du bruit sont rallongées et se chevauchent en permanence, d'où un «brouillard acoustique» qui trouble le fond sonore des villages, en soi calmes, situés sur les versants. Les conditions microclimatiques accentuent encore ce phénomène: les vents transportent les ondes sonores le long de la vallée, puis la couche d'inversion se charge de les rabattre sur les flancs de coteau. Outre les chemins de fer et les routes, l'aviation sportive et les hélicoptères sont responsables de ce bruit de fond permanent.

Les autochtones comme les touristes trouvent ce «tapis sonore» très dérangeant, bien qu'en moyenne son intensité se situe nettement en dessous des valeurs limites arrêtées dans l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB). En l'occurrence, il y va du confort acoustique d'une région. S'agissant de bruit de fond, ce n'est pas une question de quantité, mais de qualité. Il se caractérise par une désagréable dissonance, à savoir un décalage entre ce que voient les yeux et ce que perçoivent les oreilles.

## Le projet des NLFA (transversales alpines)

Le canton du Tessin se trouve actuellement confronté à un grand projet d'infrastructure: une des transversales alpines. La nouvelle ligne ferroviaire pourrait se révéler très problématique quant à ses émissions sonores. En effet, si la capacité des NLFA est pleinement exploitée, il faudra escompter le passage de 440 trains par jour. En d'autres termes, un convoi toutes les 3 à 4 minutes, et ce 24 heures sur 24.

Comment notre paysage sonore, essentiel pour la qualité de vie de la population et pour le tourisme, peut-il encore supporter une nouvelle voie de circulation? La réponse appelle une réflexion holistique. Lorsqu'on est en présence d'installations dont les émissions sonores peuvent affecter l'ensemble du territoire, il n'est pas admissible que l'effet incommode soit considéré comme la somme des immissions enregistrées aux différents endroits. Il ne suffit pas que les valeurs limites de l'OPB soient respectées localement. De plus, ces dernières ne s'appliquent qu'aux zones comprenant des bâtiments à usage sensible au bruit. Mais que se passe-t-il en dehors de ces portions du territoire?

Même si les immissions de toutes les installations de transport respectaient les valeurs de planification, plus sévères, cela ne signifierait pas pour autant que la protection de notre paysage sonore soit garantie. Dans la région du Sopraceneri par exemple, le grondement de l'autoroute déborde les digues antibruit et se déverse sur toute la vallée.

Que faire pour rendre les NLFA supportables? Il faut commencer par choisir un tracé favorable sous l'angle du bruit, en d'autres termes le plus éloigné possible des périmètres habités. Des tunnels seraient l'idéal. C'est pourquoi le canton du Tessin a déposé une demande pour que les plans soient optimisés à cet égard. Il a aussi exigé que, à proximité des zones d'habitation, non seulement les valeurs limites soient respectées, mais que les pointes de bruit soient également prises en compte. Enfin, il a requis des mesures antibruit pour tous les tronçons ouverts afin de réduire au strict minimum le fond sonore.

## Une solution raisonnable pour Sementina

Près de la commune de Sementina, la nouvelle ligne ferroviaire doit traverser la plaine de Magadino (cf. Fig. 1). Pour ce tronçon, nous avons réussi à obtenir les mesures antibruit suivantes: juste à la sortie du tunnel, les voies passent dans une tranchée de

69

Le bruit du trafic ferroviaire et aérien

4 mètres de profondeur, qui remonte progressivement à 2 mètres (mesures 1, M1); sur le pont enjambant le Ticino, des parois antibruit d'une hauteur de 2 mètres sont prévues (M2) et elles ont été demandées pour la partie restante de la traversée. Grâce aux mesures M1+M2, les valeurs limites d'immissions sont respectées. Mais qu'en est-il du confort acoustique? Pour répondre à cette question, il ne faut pas regarder le niveau moyen (Leq), déterminant pour les valeurs limites, mais le niveau momentané (L). Ce dernier est perçu directement par notre ouïe. Pour expliquer les futures immissions à la population concernée, des enregistrements sonores ont été effectués le long de la ligne ferroviaire Figline-Valdarno (Florence). Cette région ressemble à la plaine de Magadino et les convois peuvent y atteindre une vitesse de

200 à 250 km/h. Un modèle physique de bruit a été élaboré sur la base de ces relevés: il simule la variation du niveau acoustique dans le temps pour Sementina, de manière que les habitants puissent entendre les effets des diverses mesures de protection. Dans un premier temps, voyons comment évolue le bruit du Pendolino (Fig. 2). Avec la mesure M1, le niveau momentané (ligne gras) augmente rapidement, dès que le train sort du tunnel. Le maximum de 60 dB(A) est atteint lorsque toute le convoi a quitté la tranchée. Ensuite, la valeur momentanée diminue au fur et à mesure que le train s'éloigne du point B. Si le pont est équipé de parois antibruit (M2), le niveau le plus élevé est réduit de 8 dB(A) (ligne en pointillé). Une deuxième «apogée» intervient lorsque le convoi n'est plus abrité par les protections aménagées sur le pont. La courbe maigre montre que celle-ci disparaîtrait si des murs de 2 mètres étaient construits le long du tronçon restant de la traversée. Il est intéressant de relever que les trois mesures combinées parviennent à diminuer le bruit de moitié environ. Ce constat est important surtout pour les trains de marchandises lents (Fig. 3), parce que la phase sonore, qui avec M1 dure 70 secondes, est ramenée à 35 secondes grâce à M1+M2+M3.

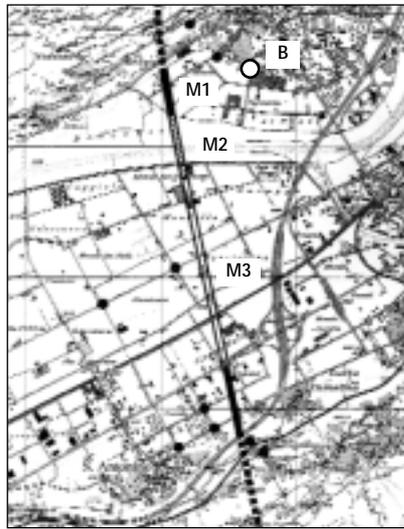
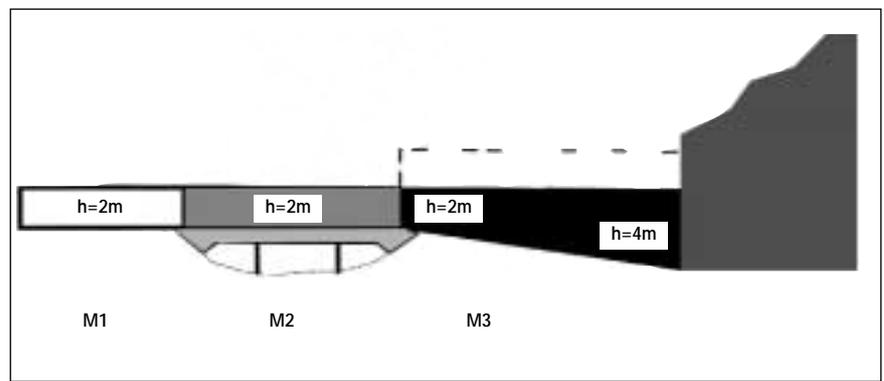


Fig. 1: La tranchée M1 et les parois antibruit M2 sont déjà prévues dans le projet; le canton a demandé que ces protections architectoniques soient aménagées sur toute la longueur restante (M3).

Fig. 2: Evolution des niveaux acoustiques au point B, lorsqu'un Pendolino de 450 m de long traverse la vallée de Magadino à 220 km/h. Des parois antibruit continues de 2 m de hauteur permettraient de réduire le bruit de 10 dB(A), ce qui équivaut à une diminution de moitié pour l'ouïe.

Fig. 3: Les mesures de protection contre le bruit pourraient réduire considérablement le volume sonore des émissions provenant d'un train de marchandises d'une longueur de 750 mètres lancé à 100 km/h; la durée de l'événement sonore diminuerait aussi notablement.

Projet des NLFA: mesures de protection contre le bruit pour la traversée de la plaine de Magadino.

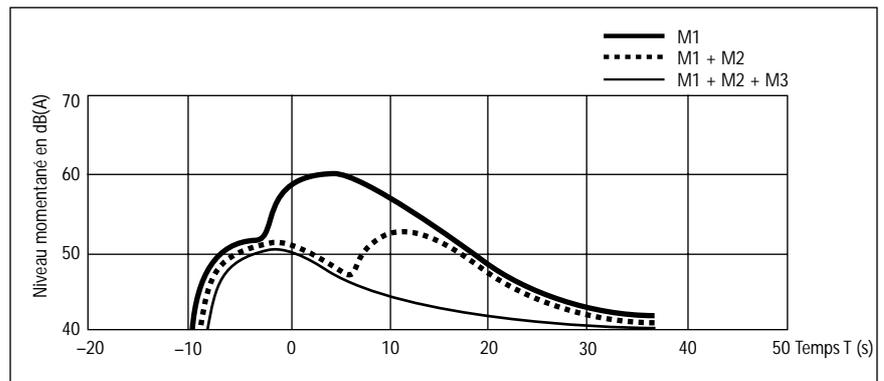


**Le paysage sonore n'est pas protégé par la loi**

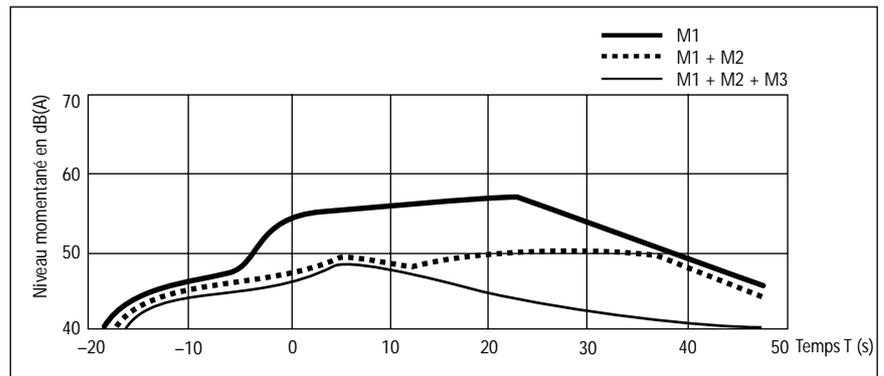
Cette simulation a permis de prouver que des mesures appropriées apporteraient un certain confort acoustique, aux habitants de Sementina certes, mais aussi à toutes les personnes qui viennent se ressourcer dans la plaine de Magadino. Des considérations analogues s'appliquent à la région située entre la sortie du tunnel du Gothard et Bellinzona: des parois antibruit d'une hauteur de 2 mètres tout le long de ce tronçon permettraient d'arrêter partiellement la propagation des ondes sonores. Une requête a été déposée pour demander des constructions antibruit pour la traversée de la plaine de Magadino (M3) et pour les autres tronçons ouverts des NLFA. Cependant, il n'existe aucune disposition légale relative à la protection du paysage sonore. Même si de telles mesures ne représenteraient qu'un infime pourcentage du coût global de l'installation, nous craignons qu'en raison de cette lacune juridique, le désagréable bruit de fond continue à affecter la qualité de vie dans nos vallées et à en réduire l'attrait touristique.

Giorgio Travaglini dirige l'office de prévention des nuisances sonores du canton du Tessin

Evolution du niveau sonore pour le passage d'un Pendolino



Evolution du niveau sonore pour le passage d'un train marchandises





# Le vieux wagon et ses gros sabots

Ulrich Toggenburger

## Comment rendre le vieux matériel roulant plus silencieux

Les CFF s'attaquent à la racine du mal sonore. En priorité, les véhicules doivent être rendus plus silencieux. Depuis 1980 environ, la régie n'acquiert que du matériel roulant peu bruyant pour les trains voyageurs. En ce qui concerne les vieux wagons, des mesures sont actuellement mises au point dans le but de ramener le niveau de bruit du roulement à celui du parc moderne.

Vieux de plus de 150 ans, le système technique qui est à la base des chemins de fer a largement apporté la preuve de sa performance, jusque dans les vitesses les plus élevées. Même à l'ère de la sustentation magnétique, la conjugaison des roues et des rails en acier présente des avantages indéniables sur le plan de la sécurité et de la consommation d'énergie. Mais c'est à ce point de rencontre précisément que naît le bruit de roulement si caractéristique des voies ferrées.

### Le problème...

Que peut-on donc faire pour réduire le bruit des voitures de voyageurs et des wagons de marchandises qui ne sont plus tout jeunes? De prime abord, la réponse à cette question peut étonner: il faut diminuer la rugosité des surfaces de roulement. Les roues des véhicules tracteurs et des wagons deviennent facilement rugueuses du fait que les sabots de frein frottent directement contre la face supérieure des roues. Voilà qui explique le bruit de roulement généralement élevé – pas seulement lors du freinage – des convois ferroviaires.

### ... et la solution

Il serait donc logique de chercher des systèmes où les sabots de frein ne touchent pas la surface de roulement. Ces systèmes existent: le frein à disque, qui est utilisé sur toutes les voitures modernes, et le frein à tambour. Les deux ont ceci en commun qu'ils agissent également par frottement, mais sur d'autres surfaces que celle de roulement. Et si l'on trouvait le moyen de garder les roues lisses malgré les sabots de frein? Depuis les tentatives – ratées – de diminuer les frais de maintenance dans les années 70, on sait que les sabots en matière plastique contribuent à réduire le bruit. Dans les années 80, on a réitéré l'essai à l'occasion de l'introduction des nouveaux trains navette, avec des voitures intermédiaires traditionnelles équipées de freins à sabot. Dans les deux cas, les tests ont dû être interrompus

suite à l'apparition de fissures dans les roues. On est arrivé à la conclusion que les sabots synthétiques permettent de réduire considérablement le bruit de roulement. Malheureusement, les roues n'ont pas joué le jeu.

### Nouvelles connaissances, nouvelles roues

Déjà avant les accidents spectaculaires de sinistre mémoire, les CFF ont essayé de trouver une explication scientifique aux fissures qui apparaissaient de temps à autre dans les roues des wagons de marchandises. Le résultat fut très décevant. Sur le plan thermique, l'actuelle roue monobloc présente une structure plutôt défavorable. Après la chaleur intense due au freinage, de fortes contraintes propres se forment à l'intérieur de la roue. Dès que la limite de ténacité a été dépassée, il en résulte des fissures pouvant entraîner la rupture de la roue. Sur la base de ces connaissances, il a été possible de procéder à la construction d'une nouvelle roue monobloc présentant peu de contraintes internes. Voilà qui a ouvert la voie à une réduction des nuisances sonores par des sabots de frein en matière plastique, avec un gain de sécurité en sus. Ni les freinages, ni les incidents de frein ne peuvent occasionner des surcharges thermiques dans ce type de roue. Par conséquent, aucune rupture n'est plus à craindre.

La nouvelle roue monobloc destinée aux vieilles voitures unitaires I a été testée sur le banc d'essai en 1994. Depuis le printemps 1995, trois wagons intermédiaires du nouveau train navette, équipés de roues de ce type et de sabots de frein en matière plastique, sont en service. Les valeurs sonores enregistrées ne dépassent que de peu les niveaux d'émission des voitures modernes. Peu à peu, les tests ont été étendus et depuis 1997, les premiers wagons assainis de construction internationale circulent à l'essai. En 1998, ce sera en principe au tour des premières voitures unitaires II, dotées d'un équipement peu bruyant, de faire leurs preuves. Mise au point en parallèle, la roue



Le bruit du trafic  
ferroviaire et aérien

à faibles contraintes internes pour wagons de marchandises est actuellement à l'essai sur dix véhicules. Pour les différents types de voitures utilisés, l'évolution du bruit est également déterminée par les oscillations de la caisse du wagon et par le chargement. On ne dispose pas encore de résultats de mesure représentatifs pour ce matériel peu bruyant. Si cette solution devait s'avérer concluante, elle ouvrirait des perspectives prometteuses en matière de lutte contre le bruit du rail. Moyennant des dépenses supportables, il serait alors possible de remplacer, lors des révisions, les roues usées par des roues à plus forte résistance thermique, et de monter des sabots de frein en matière plastique.

## Perspectives d'avenir

Acquisition en cours de nouveau matériel roulant en prévision de Rail 2000 (trains Intercity à deux étages, trains pendulaires), voitures modernes des Intercity existants et du R.E.R., nouveaux trains navette pour le trafic régional: les CFF auront réussi, en 2001 déjà, à assurer qu'une grande partie du trafic voyageurs régulier se déroule de façon peu bruyante. Si le projet de financement des transports publics est accepté par le Parlement et le peuple, les CFF et les autres chemins de fer suisses pourront entreprendre les adaptations nécessaires à des transports de passagers et de marchandises plus silencieux. Les conclusions des CFF suscitent un vif intérêt auprès des autres compagnies ferroviaires européennes. Si nos voisins introduisent eux aussi des mesures antibruit – ce qu'il est permis d'espérer vu les dernières décisions en date – la lutte contre les émissions sonores des voies ferrées pourrait enregistrer dans un proche avenir des succès retentissants.

*Ulrich Toggenburger est responsable du projet d'assainissement sonore du matériel roulant auprès de la direction du matériel roulant des CFF.*

### Des sabots de frein en matière plastique suscitent la polémique

D'après les expériences des CFF, ce ne sont pas les sabots de frein synthétiques qui constituent le problème central de l'assainissement sonore, mais la résistance thermique des roues. Les roues cerclées pour wagons de voyageurs utilisées en Suisse – pas seulement par les CFF – ne répondent plus aux prescriptions techniques de l'Union internationale de chemin de fer (UIC). En revanche, la nouvelle roue monobloc à faibles tensions internes satisfait entièrement aux exigences de l'UIC et aux besoins de sécurité des CFF. En principe, tous les sabots de freins en matière plastique conformes aux normes de l'UIC entrent en ligne de compte pour être utilisés avec la nouvelle roue. Les CFF n'ont pas de préférence en ce qui concerne les fournisseurs. Actuellement toutefois, la régie teste moins les sabots de frein que la nouvelle roue présentant peu de résistances internes. Voilà qui a peut-être donné lieu à des malentendus dans l'opinion publique.

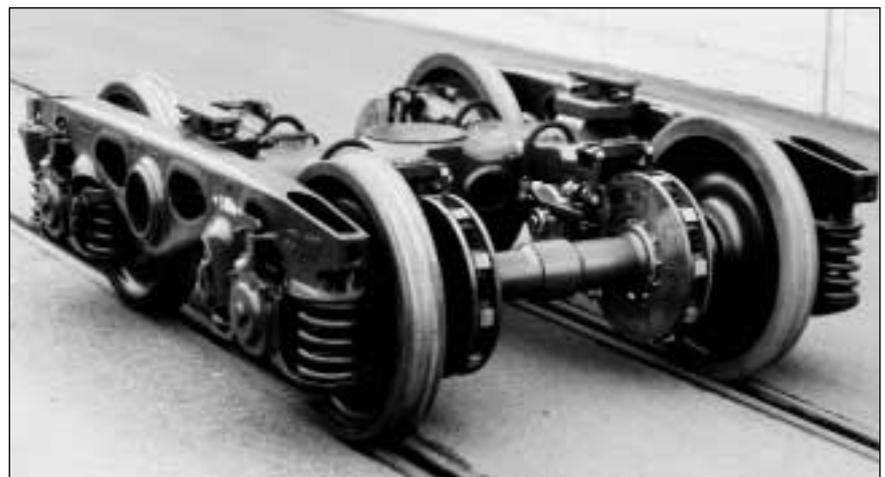
### Valeurs sonores de différents véhicules sur rails en dB(A) avec 80 km/h (mesurées à 7,5 m de l'axe de la voie et à 1,2 m au-dessus de la face supérieure du rail)

Trafic voyageurs		en dB(A)
Voitures unitaires I et II avec freins à sabot en fonte grise		95
Voitures unitaire I avec freins à sabot en matière plastique		84
Voitures unitaire IV avec freins à disque		82
Voitures internationales avec freins à disque		81
Automotrices NTN (nouveau train navette)		80
Voitures à deux étages du R.E.R.		79
Trafic marchandises		en dB(A)
Wagons ouverts à hautes parois à deux/quatre essieux		96/98
Wagons couverts à deux/quatre essieux		95/95
Wagons plats à deux/quatre essieux		95/97
Wagons avec frein à tambour (deux essieux)		87
Wagons avec frein à disque (quatre essieux)		87

1



2



3

*Fig. 1: L'installation de nouveaux sabots de frein en matière plastique apporte une réduction du bruit pouvant atteindre 10 dB, ce qui correspond à une réduction de moitié des nuisances sonores perçues. Cette mesure prise à la source offre en plus l'avantage d'une efficacité sur tout le réseau ferroviaire.*

*Fig. 2: Si la voiture unitaire I datant d'il y a 35 ans (wagon intermédiaire de ce train) est équipée de la nouvelle roue à faible tension interne et de sabots de frein en matière plastique, elle sera pratiquement comparable au matériel roulant moderne sur le plan du bruit. (Service-Photo CFF)*

*Fig. 3: Bogie coûteux pour wagon de marchandises avec frein à disque peu bruyant, année de construction 1996 (Photo JMR Pratteln).*



## *Le doux vrombissement au-dessus des toits...*

**Mobilité et tranquillité: le trafic aérien entre deux exigences contradictoires**

*Robert Bänziger*

**Le trafic aérien compte parmi les branches économiques dont les taux de croissance sont les plus élevés. A l'aéroport de Zurich, le nombre d'atterrissages et de décollages double actuellement tous les dix ans. Autrefois privilège des riches, l'avion s'est aujourd'hui largement démocratisé. Il devient toujours plus abordable. Le prix de cet engouement, c'est la population résidant à proximité des aéroports qui le paie, entre autres par des nuisances sonores toujours plus insupportables.**

Les compagnies aériennes ne sont pas seules à se livrer une concurrence féroce. Les aéroports luttent eux aussi pour décrocher une place prépondérante sur le marché. En Europe, seuls quelques-uns d'entre eux deviendront des plaques tournantes de l'aviation internationale. Outre la compagnie aérienne nationale, c'est l'économie de toute la région qui y trouve son compte. Cependant, l'augmentation du trafic de transit entraîne une hausse massive des mouvements.

Conséquence logique de cette évolution: pour bien des habitants qui résident aux abords des aéroports, le bruit des avions est devenu incommodant, nuisible, voire insupportable. La détérioration de la qualité de vie provoque des dommages qu'il n'est encore guère possible d'évaluer. Il ne s'agit pas uniquement de la perte de valeur des propriétés, qui ne se vendent plus qu'à des prix très bas, ou de celle des terrains ne pouvant plus être construits en raison du niveau de bruit élevé. On ne connaît pas non plus les coûts des atteintes à la santé subies par les populations exposées, pas plus qu'on ne sait qui devra les supporter. Viennent se greffer encore des problèmes sociaux tels que la dégradation des quartiers se trouvant sous les couloirs d'approche et d'envol, où le bruit est particulièrement intense.

### **Tous les vols ne présentent pas un intérêt national**

L'importance économique de l'aviation ne fait aucun doute. Cela dit, il convient de

soigneusement peser les intérêts en présence. En effet, chaque vol n'est pas forcément utile et ne présente pas toujours un intérêt pour le pays. Si le trafic aérien croît de façon incontrôlée, il risque bien de causer plus de dommages qu'il n'apporte de bénéfices. De toute évidence, la qualité doit primer la quantité!

L'Association pour la protection des riverains de l'aéroport de Zurich-Kloten a pour objectifs de défendre les droits et intérêts des personnes concernées, et de les préserver d'un bruit excessif et d'autres répercussions nuisibles. Des associations aux buts semblables ont été créées autour des deux autres aéroports nationaux de Suisse.

A une époque où beaucoup de gens craignent pour leur emploi et sont prêts, de ce fait, à des concessions au détriment de leur qualité de vie, ce n'est pas là un combat facile. Etant donné que seules des minorités sont concernées par les nuisances sonores, la lutte contre le bruit ne peut jamais s'appuyer sur un lobby puissant. Si toutefois nous ne parvenons pas à mettre en place des conditions plus compatibles avec les exigences de la protection de l'être humain et de son environnement, le réveil risque un jour d'être rude. En effet, que nous le voulions ou non, les dégâts que nous causons aujourd'hui sont irréversibles. Aussi l'association exige-t-elle une stabilisation des émissions, sonores et polluantes, du trafic aérien. Elle veut en outre imposer et maintenir l'interdiction des vols de nuit. Pour assurer que la protection contre le bruit aura suffisamment de poids à l'avenir, l'associa-



*Le bruit du trafic  
ferroviaire et aérien*

tion collaborera au renouvellement de la concession d'exploitation de l'aéroport de Zurich. En donnant à cette concession une forme adéquate, il est possible de réduire les nuisances à long terme.

### **Vivre dans le bruit: l'exemple de trois habitantes d'Opfikon**

Atablées au Café Vanil, les trois femmes sont engagées dans une discussion animée, parfois même très vive au sujet du bruit engendré par l'aéroport tout proche. Depuis plus de 35 ans, elles habitent à proximité immédiate, soit directement au-dessous du couloir d'envol de la piste 16. Ces derniers temps, des long-courriers très lourds en décollent de plus en plus souvent. En raison de leur poids, ils ne gagnent que lentement de l'altitude et survolent les immeubles

d'habitation de très près. A chaque fois que passe un avion, les vitres tremblent chez Caroline Scheller. C'est absolument normal, tout comme le vrombissement des réacteurs. Elle s'y est habituée, et la nuit, grâce à l'interdiction de vol, tout est calme. Il n'empêche que le dimanche matin, elle aimerait parfois bien dormir plus tard que 6 heures, ce qui tient bien entendu de l'impossible. Ce qui la dérange surtout, c'est le cliquetis des tuiles quand un avion vole très bas, mais au fond, elle se plaît bien ici et ne remarque pratiquement plus le trafic aérien. Elisabeth Colombo est d'un tout autre avis. Avec l'âge, elle est devenue plus sensible au bruit. Elle trouve très dérangeant de ne pas pouvoir écouter les informations ni téléphoner à chaque fois qu'un avion décolle. Il lui est également désagréable que ses invités se précipitent sur le balcon dès qu'un jet survole la maison. L'été, elle aimerait bien faire une petite sieste sur le balcon. Mieux

vaut oublier. Le trafic ne cesse d'augmenter: qui sait comment cela finira? Et pourtant, elle ne veut pas déménager. Ici, elle a ses amis, son médecin, des magasins et d'excellentes liaisons pour la ville toute proche. Betty Käser se situe entre ses deux amies. D'un côté bien sûr, les vibrations, le vrombissement et la perspective d'un trafic toujours plus intense se répercutent, selon elle, sur le bien-être de tout humain normalement constitué. D'un autre côté, l'aéroport fait vivre ici beaucoup de gens, raison pour laquelle il convient d'être un peu tolérant. A son âge, il n'est de toute façon plus question de déménager. Car enfin, c'est ici qu'elle se sent chez elle. Les trois femmes sont unanimes pour dire qu'elles n'achèteraient jamais une propriété ici. C'est bien trop bruyant ! Elles constatent aussi que beaucoup d'appartements sont vides et ne trouvent apparemment pas preneur. De plus, les nouveaux locataires sont

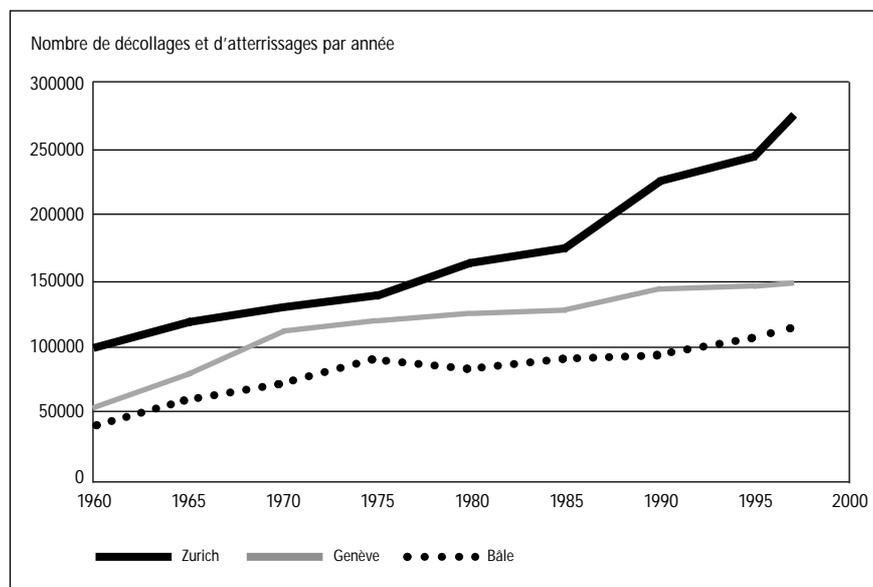
toujours des inconnus avec qui elles ont peu de chances de nouer des contacts. Plus que le bruit, voilà d'ailleurs la raison pour laquelle Caroline Scheller ira habiter ailleurs une fois que son mari sera à la retraite.

### Travailler dans le bruit: Dr Christian Frey, médecin de famille à Rümliang

Christian Frey habite un village tranquille. Chaque matin, en descendant du train à Rümliang pour se rendre à son travail, le bruit des avions le frappe. Derrière les fenêtres insonorisées de son cabinet, le vacarme devient supportable. Pour Christian Frey, il est exclu de procéder à un examen médical la fenêtre ouverte: il n'entendrait même pas les battements du cœur. La plupart de ses patients semblent s'être habitués aux fortes nuisances sonores; seuls quelques habitants âgés s'en plaignent. En tant que médecin, il sait toutefois que le bruit provoque le stress, qui, à son tour, déclenche d'autres dysfonctionnements tels qu'hypertension, migraines, troubles du sommeil, nervosité, infarctus, fatigue ou crises d'hyperventilation pulmonaire. En outre, des études ont révélé que dans les régions exposées au bruit, le nombre des consultations psychiatriques est supérieur à la moyenne. Personne ne sait cependant si Rümliang compte davantage de malades du bruit que d'autres localités. D'ailleurs, les avions ne sont pas les seuls responsables du stress. Mais une chose est sûre: sans bruit, les gens se porteraient mieux. De ses observations, Christian Frey tire des conséquences personnelles: dans la mesure du possible, il utilise les transports publics, et même en vacances, il reste au sol.

*Robert Bänziger est responsable de l'Association pour la protection des riverains de l'aéroport de Zurich-Kloten*

Trafic sur les trois aéroports internationaux du pays



1



*Fig. 1: L'aéroport de Zurich «décolle». Il enregistre des taux de croissance nettement supérieurs à la moyenne suisse. Aucun renversement de tendance n'est à prévoir. Et d'après les techniciens, les avions ne deviendront guère plus silencieux.*

*Fig. 2: Parfois, le dimanche, elle aimerait dormir plus tard que 6 heures. Mais les vols bon marché vers le calme des plages de sable ne peuvent pas attendre... (Photo Markus Imbach)*

2



# Ces merveilleux fous volants dans leurs drôles de machines

Roland Kalberer

**Le bruit des petites places d'aviation est souvent plus dérangeant que ce qu'indiquent les critères de l'OPB. Par une limitation des horaires et moyennant une stricte discipline des pilotes, la tolérance des riverains peut être augmentée. Des mesures d'aménagement doivent être prises afin d'éviter des conflits à l'avenir.**

A côté des aérodromes nationaux et régionaux, ainsi que militaires, on trouve en Suisse 39 champs d'aviation et 25 héliportations. L'application des dispositions relevant de la protection contre le bruit incombe à l'Office fédéral de l'aviation civile.

Les champs d'aviation se distinguent par le caractère saisonnier de l'activité, cette dernière étant maximale pendant les périodes de congé. Le trafic nocturne est généralement nul, ce qui permet aux voisins de jouir de nuits calmes. La structure tridimensionnelle de la source étend la zone d'influence et seules des mesures à la source peuvent être envisagées.

Le critère pour la détermination des nuisances est le niveau moyen qui règne pendant les jours les plus chargés. Pour les héliportations le niveau sonore maximal est aussi considéré. L'émission est proportionnelle au nombre de mouvements et dépend des voltes.

En plus de cela, les immissions dépendent de la situation relative des zones habitées. L'aménagement des communes riveraines doit être adapté, afin d'éviter des conflits futurs. Pour une place moyenne (env. 15'000 mvts/an), l'isophone 60 dB – correspondant à la valeur limite d'immission du degré de sensibilité II – se confond pratiquement avec la piste.

L'aspect ludique d'une partie des activités – vols de plaisance ou d'acrobatie – semble exacerber la sensibilité de la population exposée. La résistance de la population est en effet supérieure à celle visant d'autres types de sources. Une diminution des nuisances implique une action sur les facteurs déterminants: nombre de mouvements annuels (réduction de l'activité totale), nombre horaire maximal de mouvements (optimisation de la répartition des mouvements), émission sonore moyenne des aéronefs (choix d'appareils silencieux, insonori-

sation d'appareils existants, optimisation des voltes relativement à l'environnement bâti, procédure d'approche directe, démarches incitant les pilotes à agir de manière respectueuse du voisinage).

Ces deux dernières mesures sont efficaces lorsqu'elles touchent des activités quantitativement importantes, l'écologie notamment. Une attitude ouverte de la part des exploitants (écoute active, consultation, information), est un élément déterminant pour l'acceptation d'immissions, parfois mêmes limitées, par la population.

La pose de treillis, de béton ou d'asphalte sur la piste est envisageable. L'augmentation de la disponibilité permet une meilleure répartition des activités, ainsi qu'une réduction des distances. En revanche, on peut craindre une augmentation globale de l'activité et voir des engins plus lourds, donc plus bruyants, se poser.

## Situation actuelle et évolution

On constate une grande stabilité du nombre de places d'aviation. L'activité de la plupart est en diminution (baisse annuelle de l'ordre de 4%), vraisemblablement pour des raisons conjoncturelles. Le bruit moyen émis par les aéronefs est en constante baisse (hélice tripale, silencieux).

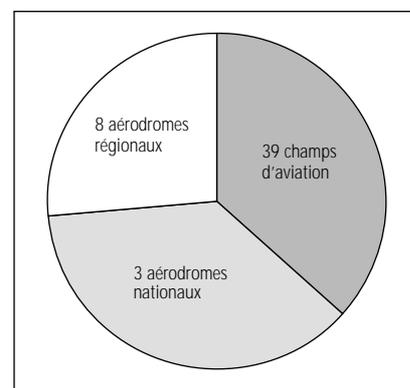
*Roland Kalberer dirige le service spécialisé de la lutte contre le bruit du canton de Fribourg*

*Les champs d'aviation font annuellement l'objet d'environ 514'000 mouvements, cela correspond en moyenne à 13'000 mouvements par installation.*

# 75

Le bruit du trafic ferroviaire et aérien

Activité de l'aviation civile en Suisse (mouvements par an).



# Le décollage des régions fait peur



*Martin Hohli*      **Les ambitions des aéroports régionaux sont suivies avec des yeux d'Argus**

**Les grands aéroports, en Suisse et à l'étranger, ont connu un développement fulgurant ces dernières décennies. Les riverains de leurs petits cousins régionaux voient rouge quand on leur parle d'agrandissement ou d'exploitation plus commerciale, parce qu'ils pensent automatiquement à l'expansion de Zurich-Kloten. De tels projets doivent être étouffés dans l'œuf, c'est du moins l'avis des opposants. A tort ou à raison? Une chose est certaine en tout cas: les exploitants des aéroports doivent s'efforcer de limiter autant que possible les émissions en application du principe de prévention.**

Un peu plus et l'aérodrome d'Altenrhein (SG) devenait non seulement un nœud important du trafic pour l'industrie du nord-est de la Suisse, mais encore la principale source de bruit dans la région. Il est question en l'occurrence de l'avion de chasse légendaire P 16, mis au point à Altenrhein dans les années 50. Une grosse commande de la Confédération a été annulée à la dernière minute et il a fallu faire une croix sur le projet. Sont restés les travaux de maintenance et de réparation pour l'armée de l'air suisse, mais cette activité ne signifiait que des atterrissages et des décollages occasionnels de chasseurs. Quant à l'aviation sportive et aux vols d'apprentissage effectués par l'école implantée sur place, leurs émissions sonores étaient supportables. Ainsi, la région a été en large partie épargnée par le bruit. On en veut d'ailleurs pour preuve les nouvelles maisons construites à proximité immédiate de l'aérodrome. Une cohabitation pacifique semblait possible.

## **Vol de ligne, un mot qui irrite**

Quand une exploitation commerciale est envisagée, une telle situation peut basculer du jour au lendemain. Dès ce moment, toute activité déployée dans les environs de l'aéroport est observée avec des yeux d'Argus. La population, allergique au bruit, craint que ce changement ne déclenche une avalanche d'émissions. Les avions utilisés peuvent être les plus silencieux du monde, leur seule présence dérange. Que l'aérodrome d'Altenrhein se situe près de la frontière nationale n'est pas non plus pour faciliter les choses. En dépit des fortes résistances, une ligne Altenrhein-Vienne, avec deux vols journaliers, a pu être inaugurée en 1991, mais non sans restrictions importantes. La situation en matière de bruit a été réglée dans un traité entre la Confédération helvétique et la République d'Autriche. Cet accord – aussi appelé «corset du bruit» – est plus strict que l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB). Ainsi, c'est une réserve naturelle du Vorarlberg qui sert de point de référence pour les valeurs limites. Selon l'OPB, ces dernières ne seraient applicables qu'aux bâtiments ou aux zones constructibles. Il n'est dès lors pas étonnant que le cadastre de bruit de 1994 ne recense aucun dépassement des valeurs limites d'immissions sur les immeubles comprenant des locaux à usage sensible au bruit.

## La protection préventive contre le bruit: une tâche permanente

La situation dans la commune st-galloise est polémique. D'une part, les mesurages attestent que les valeurs limites sont respectées, d'autre part, de nombreux riverains de l'aérodrome se sentent «victimes du bruit». L'OPB assurerait-elle une protection insuffisante? Je ne pense pas. Cependant, il est une chose plus importante que les valeurs limites: l'observation du principe de prévention arrêté dans la loi sur la protection de l'environnement. Il s'agit du meilleur moyen, et du plus durable, pour pallier les problèmes liés au bruit. En vertu de ce principe, les émissions doivent, indépendamment de la pollution existante, être limitées dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable. Dans le cas du bruit de l'aviation, la seule possibilité consiste à réduire le bruit à la source. Du point de vue technique, les mesures consisteront à choisir des modèles d'avions peu bruyants et à construire des installations d'insonorisation pour les essais au point fixe. La perception de taxes de bruit permet d'inciter les exploitants à remplacer leurs vieux appareils. Du point de vue de l'exploitation, il s'agit d'optimiser les corridors d'approche et de décollage, de réduire au strict mini-

mum les temps d'attente moteurs en marche ainsi que les heures de trafic.

Il serait toutefois faux de considérer les mesures prises comme définitives ou de brandir les valeurs limites. L'application du principe de prévention est une tâche permanente. De leur côté, les personnes devant être protégées contre les émissions doivent se montrer objectives, participer de façon constructive et apprécier à leur juste valeur les efforts consentis par les «pollueurs». Cette règle est généralement applicable en matière de protection de l'environnement, mais tout particulièrement s'agissant de bruit.

*Martin Hohl dirige le Service spécialisé de la protection contre le bruit du canton de St-Gall*

*Aérodrome d'Altenrhein dans le delta du Rhin: les quartiers d'habitation construits à proximité de la piste ne peuvent guère supporter plus de trafic aérien. Des installations de protection contre le bruit émis par les moteurs des avions en attente permettraient de réduire encore les émissions.*



Le bruit du trafic ferroviaire et aérien



# Le bruit de l'armée volante

L'OPB ne rend pas les avions de chasse plus silencieux, au mieux plus supportables

*Otto T. Dummermuth*

Il est incontesté qu'un trop plein de bruit, indépendamment de son auteur, dérange et incommode les personnes qui le subissent. Cette affirmation revêt une importance d'autant plus grande qu'il s'agit du bruit de l'aviation, car il affecte des régions entières. L'avion de combat silencieux n'a pas encore été inventé... Le nombre de vols a déjà été considérablement réduit. Aux endroits où les valeurs d'alarme sont néanmoins dépassées, la loi exige l'installation de fenêtres insonorisantes. Cette mesure rend le bruit supportable au moins à l'intérieur des habitations.

Le 1er avril 1987, le Conseil fédéral édictait l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) ainsi que les annexes 1 à 7. L'annexe 8, qui arrête les valeurs limites d'exposition au bruit des aérodromes militaires, n'est entrée en vigueur qu'en août 1995. Pour l'Office fédéral des exploitations des Forces aériennes (OFEFA), il en découle deux délais fixes: d'ici à l'an 2000, il faut établir un cadastre de bruit pour tous les aérodromes militaires, et d'ici à 2010, il faut assainir les bâtiments où la valeur d'alarme de 70 dB(A) est dépassée.

## Les cadastres de bruit et leur effet

Les cadastres de bruit pour les aérodromes principaux (Meiringen, Dübendorf, Emmen, Payerne et Sion) ont été élaborés et mis à la disposition des communes et cantons concernés. Pour les autres places d'aviation militaire, la situation fait actuellement l'objet d'analyses et ces relevés seront achevés d'ici à 1999. Communes et cantons auront ainsi entre les mains un outil précieux pour évaluer, sous l'angle «exposition au bruit de l'aviation militaire», les différents stades de planification, présents ou futurs, et les projets de construction. Mais un cadastre ne réduit en rien le bruit, il met uniquement en lumière les nuisances effectives. Si les niveaux dépassent les valeurs limites, des assainissements sont ordonnés. Dès lors, il s'agit de définir les mesures de protection contre le bruit qui s'imposent.

## Aviation militaire: mesures de protection limitées

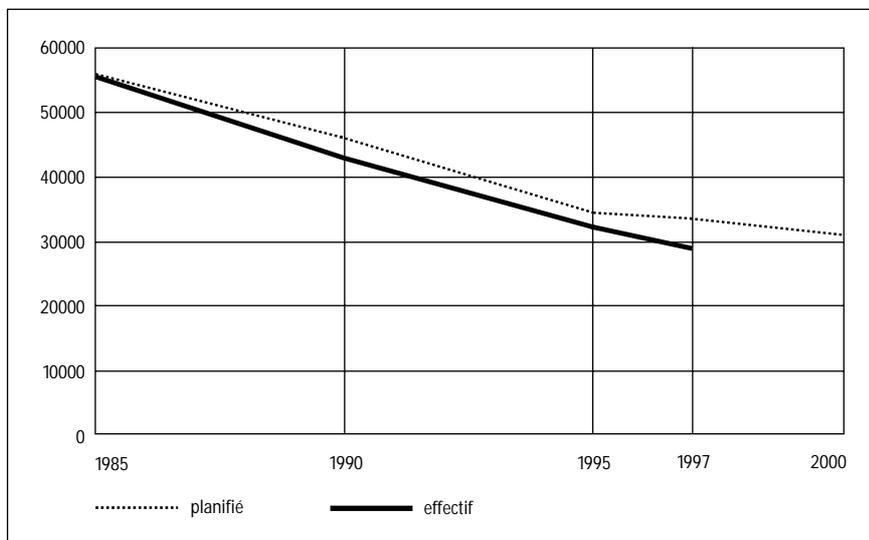
L'OPB pose le principe fondamental de la lutte contre le bruit à la source. Dans le domaine militaire, ces possibilités sont limitées. Il n'existe pas de parois antibruit «volantes», pas plus que des dispositifs d'isolation acoustique pour les réacteurs des avions de chasse (dans l'aviation civile, de telles mesures sont appliquées à petite échelle). En l'occurrence, l'appareil est entièrement conçu pour atteindre une puissance maximale. La seule mesure relevant de la construction réside dans les cellules insonorisées pour les essais au point fixe. La lutte contre le bruit de l'aviation militaire passe forcément par une réduction des heures auxquelles les vols sont effectués et du nombre de ceux-ci. Or, les mesures possibles dans le domaine de l'exploitation ont déjà presque toutes été prises. Les avions ne quittent le sol que du lundi au vendredi, de 8 h à 16 h 30, avec une pause d'une heure et demie à midi. Les vols de nuit sont limités au strict minimum, de même les procédures de décollage et d'atterrissage sont constamment optimisées. En outre, l'utilisation accrue de simulateurs a réduit considérablement le nombre d'envols (voir graphique). Comparé aux aéroports civils, un aérodrome militaire présente des «avantages» indéniables: pas de trafic le week-end, la nuit et au moment du diner. Les heures bruyantes sont définies et planifiables. Pour les événements particuliers, par exemple les enterre-

ments, il est possible de convenir avec les exploitants qu'il n'y aura pas de vols à certaines heures.

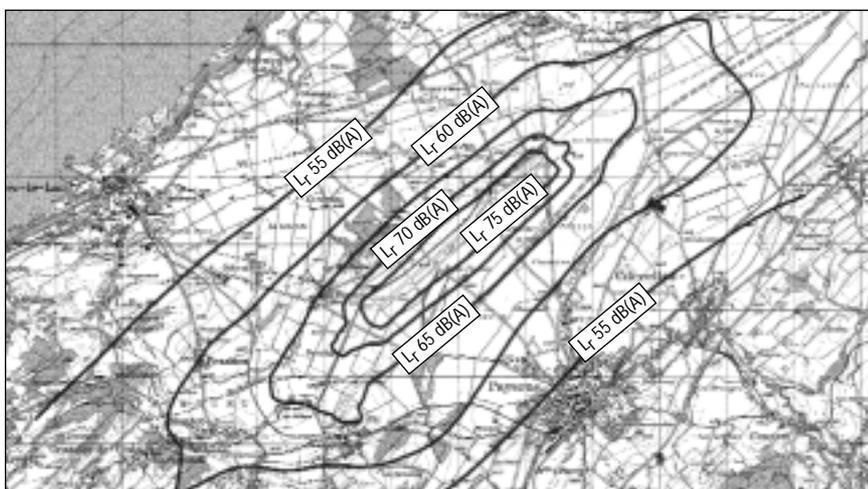
## Assainissement au moyen de fenêtres antibruit

Lorsque les immissions de bruit ne peuvent plus être réduites davantage et que les valeurs limites sont encore dépassées, l'autorité d'exécution devra accorder des allègements à ces installations publiques, si des intérêts prépondérants sont en jeu (par ex. défense nationale). En d'autres termes, il conviendra de prendre des mesures de remplacement pour les bâtiments où les immissions sont supérieures aux valeurs d'alarme. Concrètement, le DPPS devra payer l'aménagement de fenêtres antibruit. A noter que certaines questions restent encore ouvertes dans ce contexte, notamment celle de la prévisibilité: dans quelles circonstances peut-on attendre de l'acheteur d'un terrain qu'il soit informé de la future exposition au bruit? Ainsi, celui qui aura construit une maison alors que les nouveaux jets superpuissants étaient déjà en service ne pourra guère escompter un dédommagement. Ou encore: que se passe-t-il lorsque des bâtiments ne peuvent pas être insonorisés (par ex. maisons en bois) et quels sont les moyens à la disposition d'une commune si un propriétaire refuse d'assainir son bien? L'annexe 8 de l'OPB ne réduira pas le bruit de l'aviation militaire. L'OFEFA a toutefois manifesté sa ferme volonté de réaliser rapi-

## Nombre de décollages de jets sur tous les aérodromes militaires



1



2

dement les mesures de remplacement requises. Ainsi, les citoyens les plus touchés par ces immissions retrouveront un peu de calme au moins dans leurs quatre murs. Selon des estimations prudentes, l'installation de fenêtres antibruit coûtera à la caisse fédérale des dizaines de millions de francs pendant la décennie à venir. Ces dépenses seront imputées au budget militaire, déjà fortement dégraissé ces dernières années, ce qui rendra la tâche encore plus difficile. L'OFEFA reste néanmoins convaincu qu'il est possible de trouver une solution acceptable pour tous, si les deux parties font preuve de compréhension et de tolérance. Mais en dépit de l'application de l'OPB, le bruit des avions de combat continuera à déranger.

*Otto T. Dummermuth est responsable de l'exécution de l'OPB dans le domaine des aérodromes militaires suisses*

*Fig. 1: La baisse du nombre de vols atteste la volonté de limiter au strict nécessaire les exercices bruyants avec les avions de combat. Une réduction additionnelle compromettrait l'accomplissement du mandat incombant à l'armée de l'air.*

*Fig. 2: Le cadastre de Payerne montre que seule la commune de Morens est concernée par des dépassements des valeurs d'alarme. Les immissions subies par les grandes zones d'habitat se situent en dessous de la sévère valeur de planification de 60 dB(A). (Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie du 29.1.1998.)*

## Utilisation civile d'aérodromes militaires

Pour la population affectée, le bruit de l'aviation militaire est souvent un moindre mal. Pour décharger Zurich-Kloten, Swissair a lancé l'idée de transférer les vols privés et les vols d'affaires sur l'aérodrome militaire de Dübendorf. Cette perspective ne soulève pas l'enthousiasme des riverains du principal aérodrome militaire de Suisse.

Il n'appartient cependant pas aux exploitants des aérodromes militaires de prendre position sur de tels projets. Il s'agit de décisions politiques et, en dernier lieu, probablement de décisions du souverain. Mais précisons que la planification pour l'armée de l'air s'étend jusqu'en 2010. Jusque-là, une exploitation exclusivement militaire, de même intensité qu'aujourd'hui, est prévue à Dübendorf. A noter aussi que le Mirage sera « mis au rancart » à court terme, suivi du Tiger à moyen terme, ce qui ne manquera pas de se répercuter positivement sur le nombre de vols.

# 79



*Le bruit du trafic ferroviaire et aérien*



*Autre types de bruit*





# Enfin moins de bruit à l'usine?

Walter Lips

Mesures contre le bruit des machines dans les halles de fabrication: un aperçu

Malgré la hausse des performances de nombreuses installations, l'usine moderne tend à devenir moins bruyante. Cette évolution présuppose néanmoins que des mesures soient prises déjà au stade de la planification des nouvelles constructions. Les machines bruyantes peuvent aujourd'hui être commandées avec un capot insonorisé (encapsulage) intégré, et l'installation sur suspension élastique (silent-bloc) est devenue chose courante pour bien des appareils. Voilà qui donnerait plutôt lieu à un certain optimisme. Mais gare aux illusions: il reste encore beaucoup à faire!

L'usine devient-elle enfin moins bruyante? Ainsi posée, cette question quelque peu provocatrice ne trouve pas de réponse. Un gouffre béant sépare en effet la réalité du quotidien et les possibilités théoriques, gouffre que tente de combler la lutte technique contre le bruit. Certes, les investissements consentis au titre des mesures de protection contre le bruit entraînent rarement une hausse de la productivité ou une baisse des coûts. On peut néanmoins supposer qu'une diminution du bruit sur le lieu de travail augmente la satisfaction et la performance des employés. Et cela indépendamment des prescriptions légales, selon lesquelles la santé ne doit pas être affectée par les nuisances sonores ou les vibrations. En prenant un certain nombre de mesures, il est tout à fait possible de garantir des lieux de travail plus calmes.

## Limitation des émissions par l'encapsulage...

Il existe toute une série de sources de bruit dont la propagation ne peut être limitée que par un encapsulage. Il s'agit avant tout de machines qui travaillent à haut rendement, à régime élevé ou à forte pression. Cette méthode est également appliquée pour protéger des places de travail à usage sensible au bruit contre de faibles niveaux sonores (p. ex. installations informatiques) ou contre les hautes fréquences (p. ex. installations à ultrasons). Les machines et installations automatiques conviennent tout spécialement à l'encapsulage.

Les exemples d'encapsulage sont extrêmement variés. Lorsque, le soir, vous déposez votre montre-bracelet dans le tiroir de la table de chevet afin de ne pas être dérangé par son tic-tac, vous «encapsulez» cette source de bruit. Un cas extrême est le bâti-

ment fermé, par exemple une centrale hydraulique. Entre ces deux extrêmes, il y a les mesures prises dans le cadre de la lutte technique contre le bruit, et qui concernent des installations telles que:

- machines pour le traitement du métal, du bois ou des matières plastiques & machines automatiques de remplissage et d'emballage
- métiers mécaniques à filer ou à tisser
- machines à imprimer, plieuses et assembleuses
- moteurs, compresseurs, souffleries, pompes, turbines
- installations de chauffage (fourneaux, brûleurs)

Dans les très grandes installations – centrales électriques, aciéries, usines de laminage et fonderies – on n'encapsule pas la source de bruit, mais l'homme, en construisant des salles de contrôle insonorisées.

## ... et l'installation des machines sur silent-blocs

Les parties mobiles des machines, appareils et véhicules produisent des oscillations, donc aussi du bruit. Celui-ci est provoqué par des mouvements irréguliers ou rotatifs de masses inégales. Les oscillations et les chocs sont perçus sous forme de vibrations et de bruit; ils sont incommodants, voire nuisibles à la santé.

On dispose aujourd'hui de connaissances scientifiques, confirmées par la pratique, qui permettent de résoudre ces problèmes sur le plan non seulement technique, mais aussi économique. Ceci s'applique aussi bien à la mise en vibration des structures oscillantes telles que le corps du bâtiment, les plafonds et les fondations, qu'à la transmission d'oscillations à des installations sensibles.

81

Autres types de bruit

Sur le plan physique, il s'agit d'isoler ou d'atténuer une oscillation. Très souvent, on rencontre dans la pratique une combinaison des deux mécanismes. Ainsi, il existe des matériaux qui isolent et atténuent tout à la fois (p. ex. le caoutchouc).

### Utilisation de matériaux absorbant le son

Souvent, les ateliers d'usine modernes sont construits exclusivement en matériaux réverbérants tels que béton, verre ou tôle profilée. Très bruyants et résonants, ils ne sont pas appréciés en tant que lieu de travail. En outre, il n'est pas toujours possible d'intervenir à la source même des émissions sonores, soit directement sur la machine. Il s'agit alors de limiter la propagation du son. A l'aide de matériaux absorbants, il est possible de diminuer considérablement la réflexion des ondes sur le plafond et les murs. On peut ainsi atténuer le bruit de fond et réduire le niveau sonore que subit le personnel.

Pour les travailleurs concernés, ces mesures produisent des effets bien plus tangibles que ne le laisse penser la réduction mesurée du niveau sonore. Le bruit engendré par des sources éloignées s'en trouve considérablement diminué. L'employé ne supporte pour ainsi dire plus que le bruit émis à proximité immédiate de sa place de travail. En plus, il exerce souvent une influence directe sur ces sons familiers, et les considère donc comme moins dérangeants qu'un bourdonnement diffus dont il ne peut déterminer la provenance exacte. Sur un lieu de travail calme, la communication est plus aisée et l'ouïe moins affectée. Les matériaux absorbants sont nécessaires afin que les cloisons amovibles puissent remplir leur fonction anti-bruit. Celles-ci ne constituent donc pas une solution de remplacement, mais un complément utile.

Depuis des années, les mesures acoustiques prises à l'intérieur des locaux font partie intégrante de la lutte contre le bruit. Les nouveaux ateliers d'usine et locaux de production sont aujourd'hui systématiquement équipés de panneaux acoustiques absorbants (p. ex. au plafond), qui comptent désormais parmi les outils courants de l'architecture industrielle. Une planification optimale permet en outre de combiner isolation thermique et absorption acoustique, et de réduire ainsi les coûts. Pour les locaux existants qui sont insatisfaisants sur le plan acoustique, il faut envisager des mesures d'assainissement.

*Walter Lips travaille comme acousticien à la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (Suva) à Lucerne*



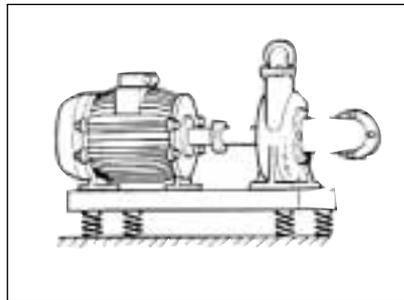
1

Fig. 1: L'encapsulage ne se résume pas à une simple caisse insonorisée. Selon le type de construction, on distingue les encapsulages intégral, partiel et intégré dans la construction des machines. L'image montre un encapsulage partiel et pivotant installé sur une poinçonneuse automatique particulièrement bruyante.

Fig. 2: Pompe avec amortisseurs d'oscillations. Entre la machine et le sol, des silent-blocs sont installés pour amortir les oscillations et empêcher les secousses désagréables.

Fig. 3: Des panneaux acoustiques en laine minérale (baffles) sont suspendus au plafond d'une installation de mise en bouteilles. Ces surfaces d'absorption sonore permettent d'éviter que le bruit dans le local ne soit encore amplifié par réflexion.

Publications spécialisées de la Suva: cf. bibliographie



2





# Le bourdonnement du géant et des mille nains

Peter Mohler **La lutte contre le bruit dans l'industrie chimique**

**Souvent nous n'en prenons conscience que lorsqu'il s'arrête. Le bourdonnement des chauffages, aérations et autres climatisations – les mille nains parmi les sources de bruit. Existe-t-il quelqu'un qui n'apprécierait pas le silence bienfaisant qui tombe une fois que le trublion a enfin rendu l'âme. On éprouve la sensation d'être déchargé d'un lourd fardeau.**

Dans les quartiers d'habitation, des centaines de chauffages et de climatisations sont responsables d'un bruit de fond qui persiste toute la nuit, lorsque le trafic routier et ferroviaire s'est tu. Maintenir ce niveau sonore au plus bas, voilà une contribution importante à la limitation de la «pollution acoustique» en milieu urbain souvent sous-estimée. La loi stipule que le bruit doit être mesuré au centre de la fenêtre ouverte. Mais combien de personnes ne se sont-elles pas déjà énervées à cause du bourdonnement lancinant d'un ventilateur de cuisine alors qu'elles étaient assises sur leur balcon ou dans une arrière-cour tranquille?

Un quartier d'habitation n'est toutefois pas affecté uniquement par ses propres sources de bruit, mais aussi par celles de la zone industrielle voisine. L'industrie chimique bâloise – le géant parmi les mille nains – s'est rendu compte très tôt qu'elle devait avoir des égards pour la population dans ce tissu urbain très dense et que la protection de l'environnement était primordiale.

## Les installations industrielles appellent une gestion du bruit

Quand des centaines de ventilateurs, tapis roulants, échangeur de chaleur, laveurs de fumée, compresseurs, climatisations et circuits hydrauliques se rejoignent pour un concert permanent, la gestion du bruit devient indispensable. Cette situation complexe peut être analysée au moyen de logiciels performants, sur la base de données soigneusement réunies; pour toutes les sources recensées dans le cadastre de bruit, il faut relever la puissance sonore, les caractéristiques d'émission et le spectre des fréquences. Une telle étude montre que les installations les plus bruyantes devraient être placées au centre des aires industrielles; les grands bâtiments abritant bureaux et laboratoires devraient être judicieusement

aménagés à la périphérie où ils feraient écran. La représentation de la propagation du son sous forme de plans décibels ISO permet d'assurer une information transparente des responsables des entreprises, des autorités et – last but not least – de la population concernée.

## La question à ne pas poser: les valeurs limites sont-elles respectées?

En ville, l'industrie n'est pas seule responsable du bruit. Du petit matin jusque tard dans la nuit, c'est le trafic routier qui domine la scène. Dans le quartier de St-Jean à Bâle – qui, jusqu'à l'ouverture du périphérique nord, devait endurer tout le trafic de la région des trois frontières, y compris les très nombreux camions – le bourdonnement des industries voisines n'est perceptible que dans la seconde moitié de la nuit. C'est une gageure de mesurer le bruit à l'intérieur de ces périmètres industriels, où se côtoient d'innombrables machines et des voies de communication; les résultats doivent être interprétés et la marge d'erreur est importante. Dans de tels cas, le cadastre de bruit informatisé permet d'exclure les conclusions aléatoires.

En outre, il n'est plus possible – comme le prévoit l'ordonnance sur la protection contre le bruit – d'évaluer séparément les émissions sonores des différentes parties des installations complexes de la chimie. Les bruits diurnes et nocturnes de la production, des chauffages, des ventilations et des climatisations ne doivent plus être jugés séparément les uns des autres (cf. encadré). Les bourdonnements, ronronnements et sifflements doivent être évalués globalement. Une correction doit être ajoutée au niveau sonore moyen mesuré pour tenir compte de l'effet hautement incommode, puis le résultat est comparé aux valeurs limites.

83

Autres types de bruit

## Lutte contre le bruit à la source

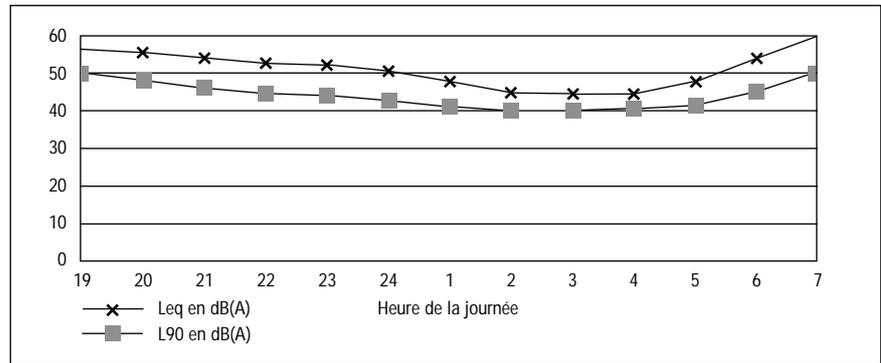
Un coup d'œil au complexe de Novartis à St-Jean suffit à s'en convaincre: impossible de protéger le voisinage avec des parois antibruit. La lutte contre le bruit à la source constitue la seule solution dans ce cas. Pour éviter que les nuisances sonores globales ne croissent avec chaque nouvel appareil, on commence par attribuer un quota d'émission à chaque bâtiment, puis à chaque installation se trouvant dans ou sur le bâtiment. L'autorité de planification peut ainsi sélectionner les appareils adéquats. Au titre d'une protection préventive contre le bruit, les quotas sont fixés de telle manière que lors du remplacement de toutes les installa-

tions émettrices de bruit, l'ensemble du complexe industriel respecte non seulement les valeurs limites d'immissions prescrites par la loi, mais encore les valeurs de planification, inférieures de cinq décibels.

L'industrie chimique bâloise – le géant – a jusqu'ici été exemplaire dans la lutte contre le bruit. Les autorités d'exécution souhaitent que les mille nains lui emboîtent le pas.

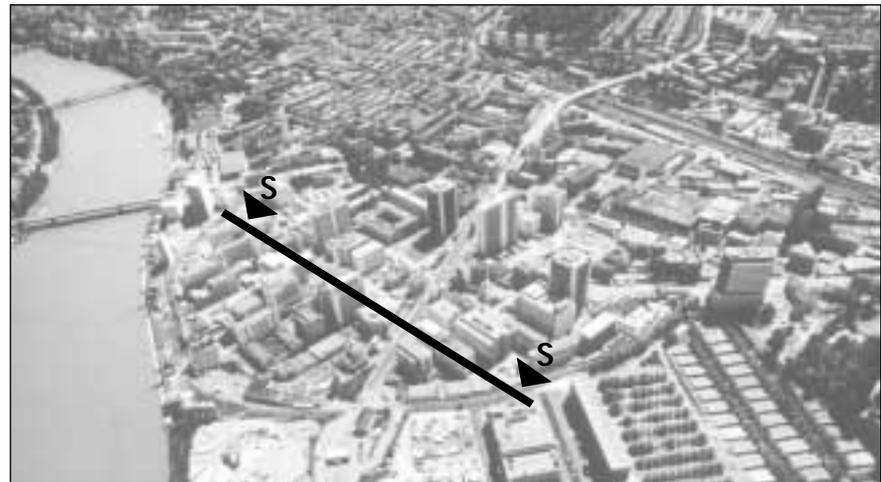
*Peter Mohler dirige le service spécialisé de la protection contre le bruit dans le canton de Bâle-Ville*

**Bruit nocturne dans le quartier de St-Jean à Bâle**  
Trafic routier, bruit industriel et bruit de fond



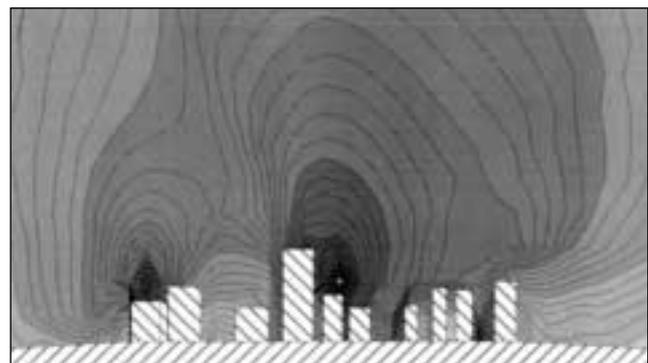
1

**L'annexe 6 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit** indique comment évaluer les immissions sonores des installations de chauffage, de ventilation et de climatisation. Le niveau d'évaluation  $L_r$  s'obtient en ajoutant à la valeur mesurée différents facteurs de correction, lesquels tiennent compte de l'effet incommodant d'une source de bruit (composantes tonales et impulsives) et de l'heure (majoration pour la nuit!). De longues années d'expérience avec les «hurleurs» nocturnes montrent que le seuil de tolérance se situe aux alentours de 35 dB(A) la nuit. Lorsque l'installation incriminée bourdonne ou siffle (composante tonale), les riverains dérangés sautent sur leur téléphone pour un niveau de bruit même inférieur.



2

Coupe S-S du complexe de Novartis à St-Jean.



3

Fig. 1: Le bruit du trafic routier diminue entre deux et quatre heures du matin; le bruit constant de l'industrie et le bruit de fond général deviennent alors perceptibles.

$Leq$  = niveau acoustique continu équivalent (niveau moyen);  $L90$  = niveau sonore dépassé pendant 90% de la durée des mesurages. Cette valeur sert aussi à déterminer le niveau du bruit de fond.

Fig. 2: Les installations de Novartis à St-Jean, Bâle. Le complexe se trouve au centre, entouré par de grands axes routiers, le Rhin et une usine d'épuration des eaux. Le quartier d'habitation de St-Jean se situe en haut et à droite de la photo. (Photo Novartis)

Fig. 3: On reconnaît très bien les principales sources de bruit au centre du périmètre. Les hautes bâtisses de la périphérie forment un écran qui protège efficacement les quartiers d'habitation. (Source Novartis)

Fig. 4: Protection antibruit d'une installation de lavage des fumées. La puissance sonore de l'installation non protégée atteignait 103 dB(A); elle a pu être ramenée à 83 dB(A). A titre de comparaison: une petite tondeuse électrique développe une puissance sonore de 87 dB(A). Coût de la protection contre le bruit: 100 000 francs; celui de la protection de l'air: 18 000 000 francs.



4



# De la détonation au grésillement

## Acoustique du bruit de tir et mesures de protection contre le bruit

Allan Rosenheck et Jean-Marc Wunderli

Présentant des caractéristiques acoustiques particulières, le bruit des stands de tir à 300 m peut être réduit par des mesures de divers ordres, notamment parce que chaque tir claque deux fois, à la bouche de l'arme et sur la trajectoire vers la cible.

### Détonation de bouche et détonation de projectile

Lors d'un tir au fusil, il se développe dans le canon une pression de gaz de plusieurs milliers de bars. Les gaz de combustion de la charge propulsive s'échappent derrière le projectile à une vitesse équivalant à un multiple de la vitesse du son et génèrent la détonation de bouche. Cette détonation se propage dans toutes les directions à la sortie du canon, mais son effet acoustique est prépondérant dans l'axe de tir.

Le projectile du fusil d'assaut est accéléré à près de deux fois la vitesse du son, mais sa vitesse tend à chuter légèrement sur sa trajectoire à cause du frottement de l'air. Il génère tout au long de sa trajectoire des ondes de pression dues au fait que sa pointe refoule et, partant, comprime de l'air, tandis qu'il se crée une dépression sur son arrière. Ce choc supersonique subi en chaque point de la trajectoire crée une onde de compression en forme de cône (cône de Mach) dont le projectile constitue la pointe.

Cette onde de choc conique, dite détonation de projectile, est orientée de manière parfaitement définie et ne balaie qu'une zone connue avec précision. Pour un point de réception situé dans cette zone touchée par la détonation de projectile, le bruit paraît ne provenir que d'une section de très faible longueur de la trajectoire de la balle. Mais comme le projectile se déplace à vitesse supersonique, la détonation de projectile atteint le point de réception bien avant la détonation de bouche, bien qu'elle ait été générée plus tard. Lorsque les conditions sont favorables, il est possible de percevoir distinctement ces deux détonations, phénomène habituellement désigné par «double détonation». La détonation de projectile se distingue en outre de la détonation de bouche par une tonalité de plus haute fréquence.

### Propagation du bruit et éventail de mesures

Le niveau de bruit de la détonation de bouche et de la détonation de projectile est réduit par plusieurs effets sur sa trajectoire de propagation. Tandis que l'amortissement dû au sol et à l'air ainsi que, le cas échéant, celui dû à la proximité d'une forêt tend à réduire essentiellement les émissions acoustiques de moyennes et hautes fréquences, la chute du niveau de bruit inhérente à la propagation géométrique dépend de la fréquence. Selon la situation, les niveaux d'immission sont également fortement influencés par l'effet protecteur d'obstacles ou par l'effet de réflexions, comme c'est notamment le cas à l'orée d'un bois ou en présence de bâtiments. Ces différentes grandeurs d'influence agissent de manières diverses sur la détonation de bouche et la détonation de projectile. Il est donc nécessaire de déterminer de cas en cas laquelle des deux sources de bruit domine l'autre dans l'effet final du niveau acoustique global.

Si l'on exclut la réduction du bruit sur l'arme elle-même, il ne reste plus que la possibilité de mesures de protection acoustique le long de la trajectoire de propagation. Ce faisant, le principe général reste toujours le même: la ligne de visée directe entre la source du bruit (donc la bouche de l'arme et la trajectoire du projectile) et son lieu de réception (p. ex. fenêtre d'un logement) doit être interceptée par un obstacle. Plus la hauteur de cet obstacle est importante et plus cet obstacle se situe près de la source du bruit, plus la réduction du bruit est importante.

### Réduction de la détonation de bouche

Pour les secteurs situés en arrière de la bouche de l'arme, le bâtiment du stand de tir constitue la meilleure protection contre le bruit. Une construction robuste avec des

murs et un toit massifs assurent une réduction très importante de la détonation de bouche. Mais l'effet protecteur du bâtiment même est souvent limité par les possibilités de réflexion (p. ex. du fait de la présence d'un bois).

Pour protéger les bâtiments situés latéralement par rapport au stand de tir, on érige très souvent des cloisons ou des merlons disposés parallèlement à la direction des tirs. Toutefois l'effet de ces mesures, notamment pour les installations disposant d'un grand nombre de pas de tir, est limité du fait que la distance séparant la bouche de l'arme de l'obstacle antibruit est souvent trop importante. Il est en revanche beaucoup plus efficace d'installer des écrans

# 85

Autres types de bruit

latéraux d'environ quatre mètres de long tous les deux pas de tir. Une autre mesure plus récente mais très efficace consiste à installer un tunnel de protection acoustique sur chaque pas de tir. Ces tunnels ne réduisent certes que la détonation de bouche, mais dans une importante proportion, et sont très appréciés des tireurs. La conception de ces tunnels est la même que celle des amortisseurs acoustiques à absorption. Il s'agit en l'occurrence d'un conduit de deux mètres de long environ, en aluminium ou en matière composite, revêtu à l'intérieur d'une couche isolante acoustique en laine minérale. La bouche de l'arme est engagée d'environ 15 cm dans le conduit, dont l'ouverture relativement importante offre une vue suffisamment dégagée de la cible.

### Réduction de la détonation de projectile

Pour un point de réception donné, la détonation de projectile provient d'une très petite section de la trajectoire du projectile. Il suffit donc, en théorie, d'un obstacle très court pour réduire le bruit de cette détonation. Mais en pratique, plusieurs maisons peuvent déjà se situer dans la zone balayée par la détonation de projectile, si bien qu'il sera nécessaire de protéger une longueur non négligeable des 300 m de la trajectoire des projectiles. La topographie empêche malheureusement souvent la construction le long de la trajectoire de cloisons ou de mureaux suffisamment hauts pour intercepter la ligne de visée entre la trajectoire et le point de réception. Dans de tels cas, la détonation de projectile ne peut pas être atténuée. Dans la mesure où le niveau de bruit constaté dans les zones subissant les effets de la détonation de projectile est le plus souvent dominé par ces derniers, la réduction de la détonation de bouche n'apporte qu'une faible amélioration du niveau de bruit global.

*Allan Rosenheck est chef et Jean-Marc Wunderli collaborateur de la section Lutte contre le bruit de l'EMPA/LFEM à Dübendorf*

Fig. 1: Image holographique de l'onde de choc provoquée par le déplacement d'un projectile à vitesse supersonique. On distingue nettement l'onde de front et l'onde arrière.

Fig. 2: Zone balayée et localisation de la détonation de projectile.

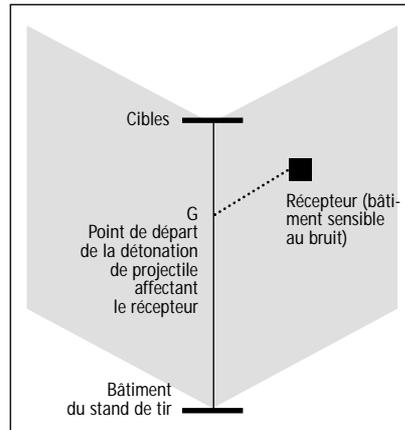
Fig. 3: «Tunnel de tir» de section ronde, avec vue sur les cibles.

Fig. 4: Répartition spatiale du niveau acoustique de pointe sur des installations de tir. Cette analyse grossière néglige l'amortissement dû au sol, de même que l'effet d'atténuation et de réflexion des bâtiments environnants et de la topographie.



1

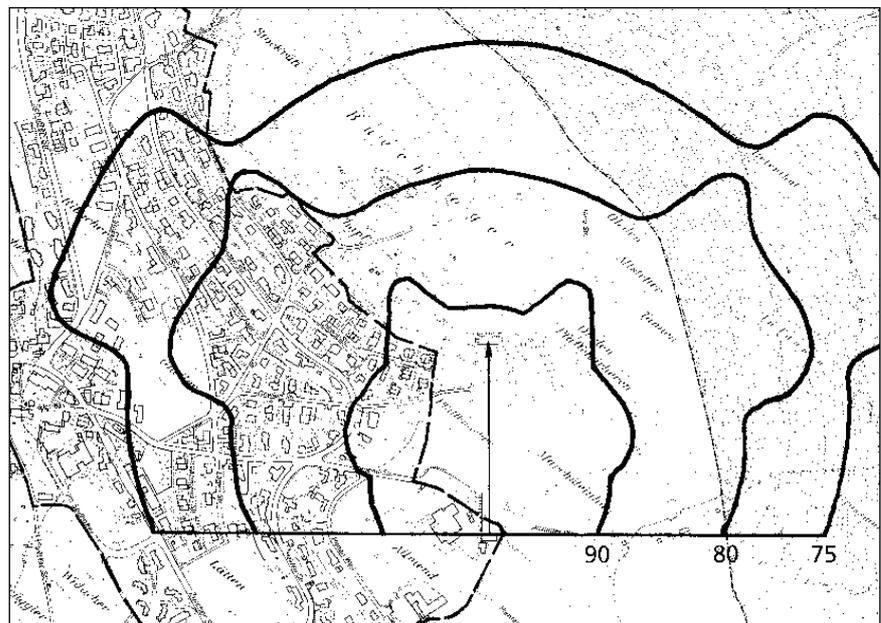
Zone de détonation de projectile



2



3



4

### Programme de calcul

Pour évaluer une situation de bruit et planifier les mesures appropriées, il n'est dans la plupart des cas pas nécessaire de procéder à de coûteuses mesures de bruit. Un programme informatique spécialement développé pour le calcul du bruit de tir permet d'effectuer des calculs de modèles sur un simple micro-ordinateur. Ce programme prend en compte la détonation de bouche et la détonation de projectile, les différentes pertes subies lors de la propagation ainsi que les effets de la topographie locale et des obstacles existants. Une nouvelle version du programme (SL 2000) prend également en compte les effets de réflexion dus à la présence de forêts ou de bâtiments. Le programme est disponible auprès de l'OFEFP.



# Empêcheurs de canarder en rond

Peter Trauffer **Lutter contre le bruit de tir c'est tout regrouper dans quelques installations**

Notre système militaire fait que les sociétés de tir sont très bien établies. Pendant très longtemps d'ailleurs, le bruit du tir était un véritable tabou. Le tir obligatoire était considéré comme la condition sine qua non de notre capacité à nous défendre. En conséquence, la législation exigeait des communes qu'elles mettent gracieusement à disposition l'infrastructure nécessaire pour le tir hors service et les exercices volontaires.

L'augmentation du temps de loisir a considérablement modifié l'activité de tir, qui est devenue de plus en plus un sport. Outre le programme obligatoire et les exercices volontaires, les stands sont principalement utilisés pour des entraînements, concours et fêtes de tir. Ces cinq dernières années, le nombre de Suisses astreints au tir obligatoire a diminué de plus de vingt pour cent dans le sillage de la réforme Armée 95. Néanmoins, l'activité de tir n'a pas baissé sensiblement entre 1993 et 1997. Aujourd'hui, un coup de feu sur cinq seulement est encore lié au tir hors service. Les quatre autres relèvent du sport et des loisirs.

## Le site d'implantation: deux thèses, deux philosophies

Thèse 1: «A chaque commune son installation de tir.» L'ordonnance sur le tir hors du service régleme les prestations et les obligations des communes et des sociétés de tir. La question de savoir si une telle disposition est encore pertinente aujourd'hui ne se pose pas uniquement du point de vue de la protection contre le bruit. En effet, vu la situation financière précaire des communes, le souverain est de plus en plus réticent à octroyer les crédits nécessaires pour l'assainissement et l'agrandissement des stands. Dans les agglomérations urbaines tout particulièrement, la population oppose une résistance croissante au bruit de ces installations. A cet égard, le respect des valeurs limites ne joue qu'un rôle secondaire. Le seul fait que ça canarde suffit à énerver le citoyen, à tort ou à raison (mais ça c'est une autre question).

«Le bonheur des uns fait le malheur des autres.» Ce proverbe illustre à merveille le problème du bruit du tir. Détonations et odeurs de poudre réjouissent le cœur des tireurs, alors que pour les riverains exaspérés, il ne s'agit que d'une éternelle péta-rade. Vu l'essor de l'immobilier – surtout dans les agglomérations urbaines – les zones d'habitation se sont de plus en plus rapprochées des stands de tir. Il n'a cependant été possible de s'attaquer au problème, des points de vue de l'acoustique et de l'aménagement du territoire, qu'après l'entrée en vigueur de l'ordonnance sur la protection contre le bruit.

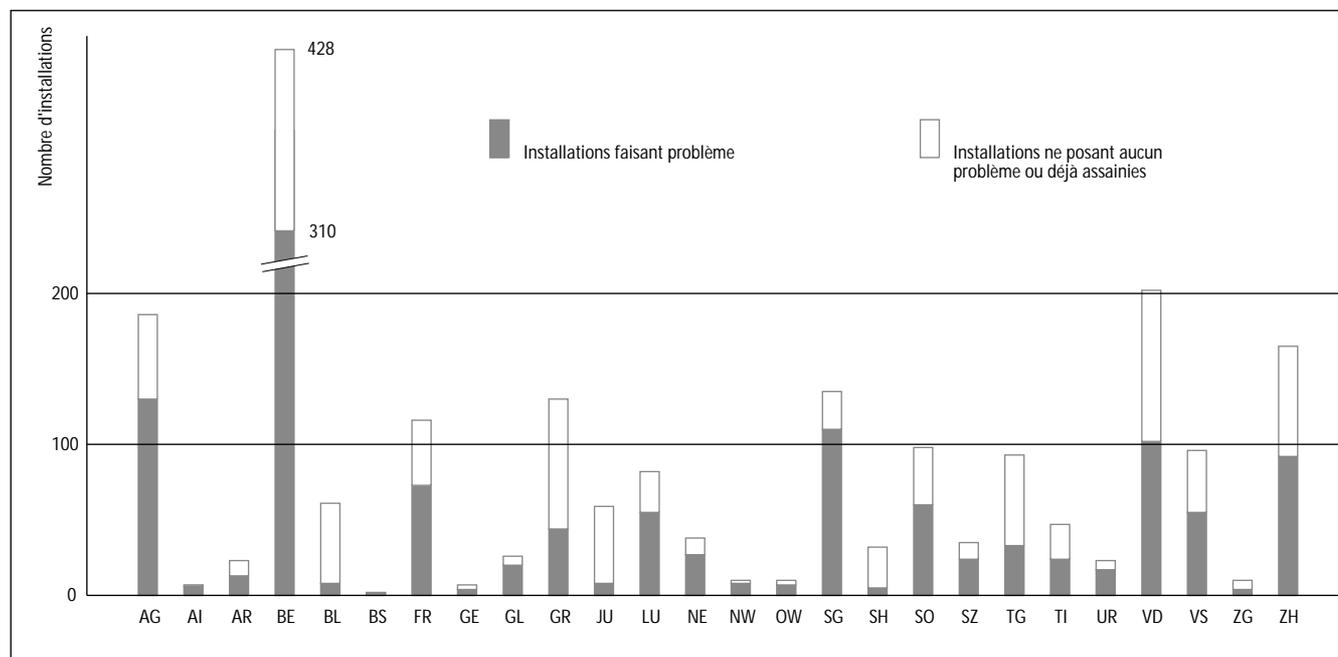
D'ailleurs, une partie de la population suisse voit de moins en moins de sens au tir obligatoire. Si cette fonction militaire devait être supprimée, un stand ne serait plus considéré comme une installation publique au sens de la loi sur la protection de l'environnement. Ce qui reviendrait à dire que, du point de vue du bruit, il devrait être évalué comme un circuit de motocross par exemple. Pour les autorités d'exécution, il deviendrait plus difficile d'accorder des allègements. Le maintien d'installations de tir produisant des nuisances sonores incommodes ne serait plus garanti, ce qui mettrait également en péril l'avenir du tir à titre de sport.

Thèse 2: «Donner à chacun la possibilité de tirer dans un stand conforme à l'OPB.» Si l'on offre aux tireurs (et tireuses) des infrastructures répondant aux exigences de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB), ce sport bruyant pourrait continuer à figurer dans la palette des loisirs. Les conflits entre population et sociétés de tir seraient aplanis et l'acceptation y gagnerait. Si le tir obligatoire devait un jour être supprimé, une installation conforme à l'OPB pourrait ainsi passer sans autre en mains privées. Cette thèse signifie implicitement la fermeture des stands à 300 m particulièrement bruyants. Il est possible d'atteindre cet objectif en aménageant des installations conformes à l'OPB. Certains cantons en appuient déjà la construction, en versant des contributions si deux ou plusieurs communes les réalisent ensemble.



Autres types de bruit

## Exécution de l'OPB dans le domaine du tir



### Comment atténuer le bruit d'installations existantes

Il est parfaitement possible de mettre en conformité des stands de tir existants, par des mesures touchant à l'exploitation, à l'organisation et à la construction. L'aménagement de cibles électroniques permet de réduire la durée des tirs d'un tiers. Renoncer aux manifestations les dimanches favorise également l'acceptation par la population. Vu leur effet incommode, elles comptent pour le triple des tirs se déroulant un jour ouvrable. Ce système de «malus» a pour but de concentrer l'activité en semaine. Côté constructif, les tunnels de tir ont un bon pouvoir insonorisant et présentent un bon rapport coût-utilité (voir article page 8C). Ils permettent surtout de diminuer nettement la propagation de la détonation à la bouche, surtout à l'arrière et sur les côtés du stand. De tels dispositifs devraient à moyen terme faire partie de l'équipement de base de toute installation de tir.

### Deux tiers des installations en Suisse sont encore trop bruyantes

Aujourd'hui, on trouve encore 2119 installations de tir dans les quelque 3000 communes de Suisse. Environ 900 d'entre elles répondent aux critères énoncés dans l'OPB, soit 42 pour cent. Au cours des dix dernières années, plus de 130 stands de tir ont été fermés parce qu'ils étaient trop bruyants. Dans ce même laps de temps, 30 nouvelles installations communautaires, conformes aux dispositions légales, ont été construites.

L'exploitation, l'entretien et l'amortissement de ces infrastructures pèsent toujours plus lourd sur les budgets des communes. La tendance à fusionner persistera, ne serait-ce que pour des motifs financiers. C'est le seul moyen pour que de nombreuses installations puissent être mises en conformité d'ici à l'année 2002, délai fixé dans l'ordonnance pour l'assainissement.

### Alternative: la munition petit calibre

D'un point de vue strictement sportif, le tir avec du petit calibre constitue une véritable alternative. Dans leurs entraînements, les tireurs n'utilisent d'ailleurs pratiquement plus que cette munition, moins chère et moins polluante.

Les personnes qui tirent au fusil devraient également envisager de changer. Il n'y a pas que l'argument du prix, mais l'offre d'heures de tir est aussi nettement plus variée. Pour le tir à 300 m, le fusil (militaire) doit être posé sur un bipied, ce qui n'est pas le cas sur une distance de 50 m; là, le tireur peut tenir l'arme librement dans les trois positions: couché, agenouillé et debout. Et l'exercice n'est guère plus facile dans le second cas que dans le premier.

Des installations à 50 m existent déjà dans beaucoup de communes. Leur mise en conformité avec l'OPB, si elle est nécessaire, se révèle nettement plus simple et plus avantageuse que pour les stands à 300 m.

*Peter Trauffer dirige la division Protection contre le bruit dans le canton de Bâle-Campagne.*

*Il reste beaucoup de pain sur la planche. En Suisse, une installation à 300 m sur deux émet encore trop de bruit et devra être assainie.*



# Silence! Ici on construit!

Gabriel Romaillet

## Une bonne organisation de chantier permet d'éviter des nuisances sonores

Les chantiers sont traditionnellement perçus comme des espaces hostiles, parfois boueux, généralement bruyants. On y entend des sons stridents, graves, des bruits de chocs, des cris, ... bref: du vacarme! Une gentille lettre adressée aux voisins leur a demandé d'être compréhensifs. Doit-il en être ainsi?

De loin, des grues étaient bien visibles. En s'approchant, on constata des mouvements de camions. Mais ce ne fut pas le bruit du chantier qui attira en premier lieu notre attention.

Et pourtant on construisait, mais en s'efforçant de minimiser la production de bruit. Était-ce un chantier modèle ou simplement un beau rêve?

### La lutte contre le bruit: d'abord sur le papier...

Par principe, on cherchera diverses mesures visant à limiter les nuisances sonores. On tiendra compte notamment des degrés de sensibilité au bruit attribués, dans le plan d'affectation, aux zones attenantes au chantier.

Des conflits sonores potentiels peuvent être identifiés dès que l'on reporte sur un plan la localisation du chantier et des accès prévus. Si l'on dispose d'une marge de manoeuvre, on peut déjà à ce niveau de planification éviter de futurs problèmes de bruit. En général, l'espace à disposition du chantier est très restreint. Mais il est parfois possible de choisir l'emplacement précis des installations de manière à tenir compte des besoins de protection du voisinage. Les méthodes de travail à retenir sont à examiner attentivement. Ainsi, le choix d'éléments préfabriqués en usine permet d'éviter les nuisances sonores du vibrage du béton sur place.

Les transports de chantier sont aussi importants. Le tri préalable des matériaux à évacuer permet par exemple de mieux remplir les bennes, diminue les volumes à transporter et réduit le nombre de mouvements de camions.

De plus, un planning d'exécution bien pensé visera à éviter de produire un bruit important réveillant définitivement ceux qui seraient encore restés assoupis à 07h05 du matin! Le même événement sonore sera en effet beaucoup moins perçu plus tard dans

la matinée! En général ce sont les travaux particulièrement bruyants qui vont générer des plaintes et des problèmes. Il s'agit donc de les considérer en priorité.

### ... puis sur le terrain

Souvent, c'est la manière d'exécuter un travail qui génère inutilement du bruit incommode. Exemple: une scie circulaire débite des panneaux de coffrage à proximité d'un hôtel! En éloignant cette machine de quelques mètres et en la plaçant à l'arrière des baraquements du chantier, on réduit sensiblement la gêne pour le voisinage. Coût: quelques minutes. Désavantages: aucun. Avantages: un chantier mieux accepté par les riverains.

### Bases légales et aides théoriques

Que faut-il considérer sur un chantier et quelles sont les mesures à mettre en œuvre? L'article 6 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (entrée en vigueur le 1er avril 1987) est ainsi libellé: «L'Office fédéral de la protection de l'environnement édicte des directives sur les mesures de construction et d'exploitation destinées à limiter le bruit des chantiers». Dix ans plus tard, ces directives sont en préparation. Un projet a été mis en consultation en novembre 1996. Le texte définitif devrait être publié en 1998.

C'est que la tâche n'est pas simple, tant le bruit des chantiers est «multiforme». Le projet de directive contient pas moins de 17 définitions terminologiques. On a par exemple décrit quels sont les «travaux de construction très bruyants». La directive est complétée par un catalogue de mesures. Il s'agit d'exemples très concrets, dont la mise en oeuvre dépend de différents intervenants lors de chaque phase des travaux. On ne trouve cependant pas de valeurs limites. C'est dire que l'on devra agir de cas en cas.



Autres types de bruit

## Choisir des machines générant peu de bruit et coordonner les travaux bruyants

Les mesures à prendre dépendent de la durée du chantier (respectivement des travaux très bruyants) ainsi que de la sensibilité au bruit du voisinage. Selon le principe de prévention, la priorité va à la limitation du bruit à la source. En second lieu, des mesures sont à prévoir pour restreindre sa propagation.

La directive sur la limitation du bruit des chantiers et son catalogue de mesures sont déjà à intégrer dans les documents d'appels d'offres. On peut y fixer les niveaux admissibles d'émissions des machines et des appareils ainsi que des restrictions d'horaires pour les travaux très bruyants. Les accès au chantier seront prescrits en tenant compte de la sensibilité au bruit du voisinage.

La limitation des émissions dans le cadre de l'organisation et de l'exploitation du chantier relèvent de la compétence de l'entrepreneur. Ainsi, l'exécution simultanée de travaux générant un haut niveau d'émissions permet de ménager des phases plus calmes. La surveillance, le contrôle et l'information des riverains avant et durant les travaux contribuent aussi à éviter des plaintes.

Les efforts à consentir pour rendre le bruit du chantier «supportable» peuvent avoir une incidence sur le coût de construction. Les dispositions à prendre seront adaptées aux conditions locales et respecteront le principe de la proportionnalité.

*Gabriel Romailleur dirige le bureau d'études IMPACT SA à Granges (VS).*

### Marche à suivre pour réduire le bruit d'un chantier

<b>Planification</b>	Examen de la situation	Critères d'évaluation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilité au bruit</li> <li>• Durée des travaux</li> <li>• Travaux très bruyants</li> <li>• Phases avec transports intensifs</li> </ul>
----------------------	------------------------	--

▽ Conflits prévisibles

<b>Organisation</b>	Mesures préventives	Critères d'évaluation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation du chantier</li> <li>• Planning d'exécution</li> <li>• Procédés de construction</li> <li>• Information du public</li> </ul>
---------------------	---------------------	---

▽ Définition des responsabilités et compétences  
Estimation des coûts

<b>Exécution</b>	Mise en oeuvre	Critères d'évaluation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôles</li> <li>• Traitement des plaintes</li> <li>• Adaptations</li> <li>• Bilan</li> </ul>
------------------	----------------	--



*Qui dit chantier dit ouvriers et machines, mais également voisins. (Photo Bernard Dubuis)*



# Un grondement sourd à la cave...

## Trépidations et bruit de structure

Gérard Rutishauser

... s'explique peut-être par le fait que votre maison se trouve directement au-dessus d'un tunnel ferroviaire. Le bruit de structure et les trépidations sont des oscillations qui, contrairement aux sons aériens, ne se propagent pas principalement dans l'air, mais dans le sol et les corps solides. Ainsi, les oscillations causées par le passage d'un train dans un tunnel – parce que roues et rails présentent toujours de petites inégalités – entrent dans le bâtiment par le sous-sol, traversent parois, sols et plafonds pour arriver enfin dans la pièce où vous vous tenez. Selon leur intensité, ces oscillations seront ressenties comme des vibrations; on parle alors de trépidations. Elle peuvent aussi être perçues comme un bourdonnement sourd, auquel cas il s'agit d'un bruit de structure.

Notre environnement compte de nombreuses sources de trépidations autres que le chemin de fer. Heureusement, la plupart de ces oscillations ne sont ni perceptibles, ni audibles sous forme de bruit de structure rayonné.

### Les résonances, un problème difficile à cerner

Tout comme la caisse de résonance d'un instrument de musique répond aux vibrations des cordes, plafonds et parois peuvent, à certaines fréquences, entrer en résonance. Selon les cas, les trépidations et le bruit de structure s'en trouvent considérablement amplifiés. D'autres phénomènes – certaines propriétés du sol et transitions entre matériaux de densité variable – amortissent ou reflètent les oscillations, interrompant ainsi leur propagation. En outre, on observe généralement une diminution à mesure que la distance augmente.

Le mesurage des trépidations causées par le trafic a montré qu'entre un point se trouvant devant la maison et un point de mesure situé sur le plancher d'une pièce, l'amplitude des oscillations augmente souvent de 3 à 8 fois. Dans certaines situations, une amplification de plus de 30 fois a été enregistrée.

Une prévision plus ou moins fiable des trépidations nécessite une prise en compte de la résonance de toutes les structures participant aux oscillations (source, sous-sol, bâtiment, pièce). Pour tenter de comprendre le mécanisme de transmission des oscillations entre la source et le récepteur, on installe par exemple de grands vibreurs hydrauliques dans les nouveaux tunnels ferroviaires (voir image) en tant que sources de trépidations artificielles. Des méthodes plus simples produisent en général aussi des résultats utilisables: on peut ainsi mesurer la fré-

quence de résonance d'un plafond en frappant le sol du pied, ou rechercher des valeurs comparatives pour des bâtiments semblables.

### Perceptible et incommode

Les trépidations provoquent des réactions qui varient fortement d'une personne à l'autre. Leur intensité est généralement indiquée par la vitesse des oscillations. La valeur de crête correspond à la vitesse maximale à laquelle se meut un point de masse oscillant. Pour la majorité des gens, la limite de perceptibilité se situe entre 0,1 et 0,2 millimètre par seconde. Les oscillations plus longues ou fréquentes, dont la vitesse est supérieure à 0,4 millimètre par seconde, sont clairement perceptibles et incommodes, du moins dans les zones d'habitation. Lorsque les fréquences sont inférieures à dix oscillations par seconde, la sensibilité diminue peu à peu. Comme pour le bruit, la limite de l'acceptable dépend toutefois de multiples facteurs.

En Suisse, il n'existe pas encore d'ordonnance, ni de normes ou directives uniformes permettant d'évaluer les répercussions des trépidations et du bruit de structure sur l'être humain. Seule exception à cet égard, le système d'évaluation mis sur pied ces dernières années dans le cadre de la procédure d'autorisation des projets ferroviaires des CFF. Les experts et les autorités délivrant les permis n'ont donc pas d'autre choix, dans notre pays, que de s'en tenir aux normes et directives étrangères.

Cependant, les trépidations sont évaluées de manière très différente selon les pays. En ce qui concerne le bruit de structure, les valeurs indicatives sont plus faciles à comparer. Dans bien des cas, tout dépend de la netteté avec laquelle le bruit de structure se détache du bruit ambiant. Si la différence

dépasse les 10 dB(A), les trépidations sont généralement considérées comme incommodes. Il existe également des valeurs limites et indicatives absolues qui, comme c'est le cas pour le bruit extérieur, diffèrent selon l'heure de la journée, la durée et la fréquence des événements et l'emplacement du bâtiment concerné (zone à bâtir). Les engins et installations sensibles, notamment les ordinateurs ou les appareils utilisés dans la microtechnique, peuvent être perturbés par des trépidations de forte intensité. La résistance des bâtiments est nettement plus importante. Ici, le principal danger réside dans les secousses causées par des explosions.

# 91

Autres types de bruit

## Bâtiments sur ressorts et autres mesures

On distingue les mesures prises à la source, sur le chemin de propagation et au point de réception. Dans chaque cas, il s'agit d'isoler et d'amortir les oscillations. L'installation sur suspension élastique est une méthode courante et très efficace, que la source des oscillations soit un lave-linge ou le rail d'un chemin de fer. Au point de réception, l'intervention peut consister à isoler un appareil sensible aux trépidations. Parfois, des bâtiments entiers sont montés sur ressorts. On en trouve plusieurs exemples à Bâle, où l'artère périphérique nord passe directement sous certains immeubles d'habitation. Un grand nombre de matériaux sont proposés pour l'isolation contre les oscillations: du caoutchouc aux ressorts d'acier, du tapis de liège aux plaques de laine minérale. Il n'est pas toujours facile de faire le bon choix; bien des choses peuvent aller de travers. Dans la plupart des cas, il vaut la peine de faire appel à des spécialistes.

*Gérard Rutishauser est propriétaire d'un bureau d'ingénieurs à Zurich, spécialisé dans les constructions, les transports et l'environnement.*



1

### Sources de trépidations typiques

#### Transports:

- chemin de fer, métro, tramway
- trafic de poids lourds sur chaussée inégale

#### Artisanat et industrie:

- compresseurs, pompes, autres moteurs
- métiers à tisser, poinçonneuses, marteaux-pilons
- transformateurs

#### Immeubles:

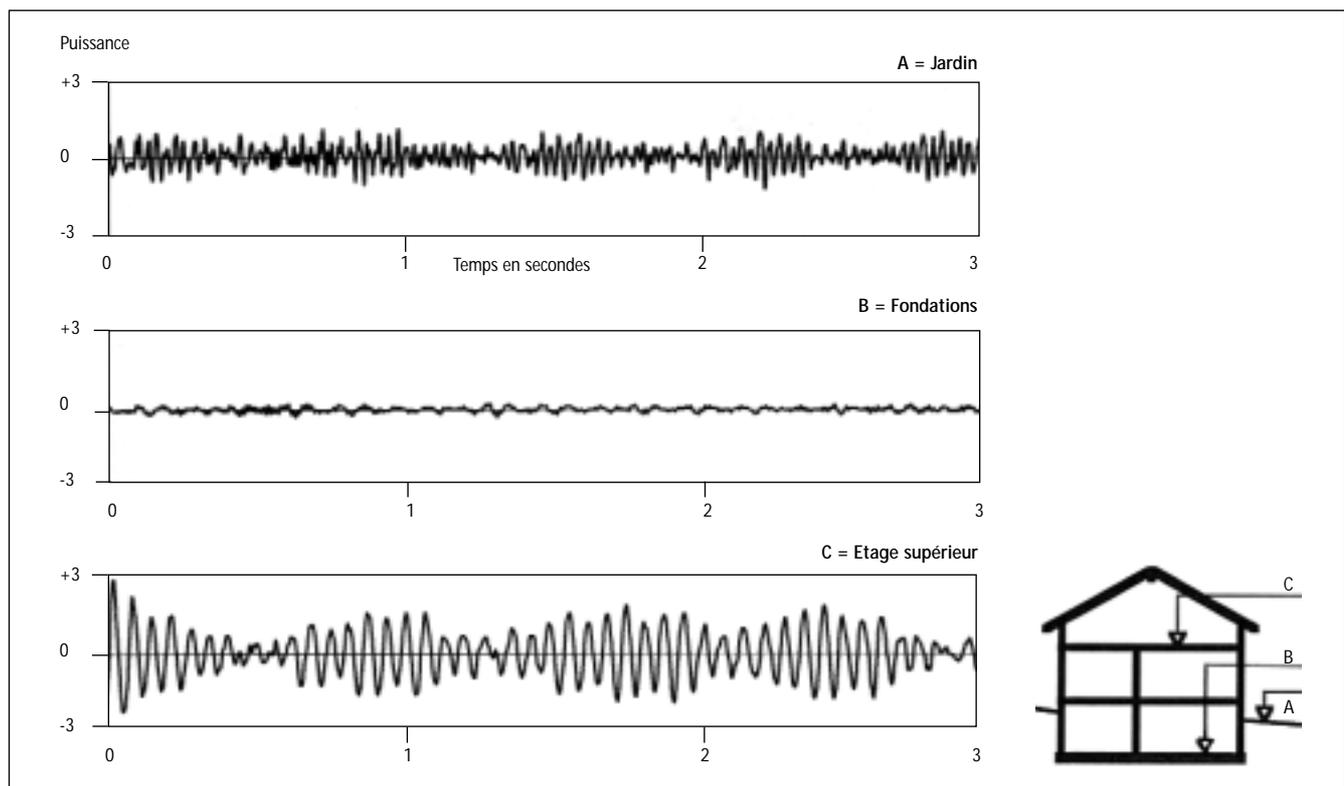
- machines à laver le linge, climatiseurs, installations sanitaires
- ascenseurs, portes et portails

#### Chantiers:

- engins de démolition et de déblaiement, marteaux-piqueurs, explosions
- engins de percement et de percussion, machine de percement et haveuse pour tunnels
- compresseurs, pilons et vibrateurs

*Fig. 1: Production artificielle d'oscillations à l'aide d'un générateur d'oscillations mobile servant à simuler les trépidations dues au trafic dans un tunnel.*

*Fig. 2: Amplification des résonances de trépidations dans un bâtiment. Résultat de mesure typique avec diminution de l'intensité des trépidations entre l'extérieur et les fondations, et un renforcement net au plafond à l'intérieur de la maison.*





## *Un marteau pour écraser une mouche?*

**La législation fédérale sur la protection contre le bruit intervient de plus en plus dans le quotidien**

*Robert Wolf*

La loi sur la protection de l'environnement visait en premier lieu à combattre les nuisances sonores d'origine technique, celles du trafic et de l'industrie par exemple. Au fil du temps, la jurisprudence en a cependant étendu le champ d'application, qui englobe de plus en plus le bruit produit dans la vie quotidienne et les bruits de voisinage. Vu les progrès hésitants enregistrés dans la lutte contre le bruit de la route, du rail et de l'aviation, d'aucuns se demandent si la guerre déclarée aux cris d'enfants sur les places de jeux ne serait pas destinée à compenser les manquements des principaux responsables de la pollution sonore. En brandissant la loi, ne prend-on pas un marteau pour écraser une mouche?

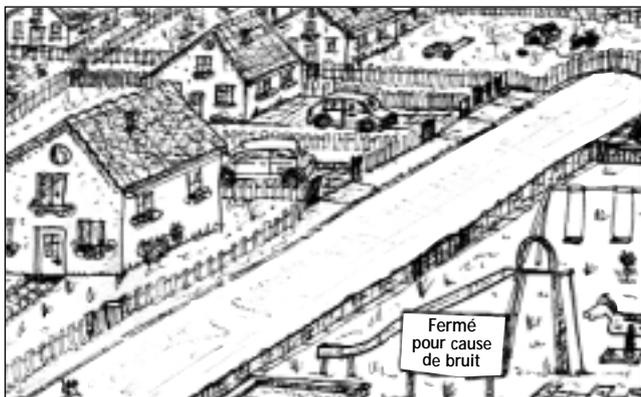
Il se trouve de temps à autre des spécialistes pour déplorer l'extension du champ d'application de la loi sur la protection de l'environnement (LPE) et de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB). Cependant, ce phénomène n'a pas que du mauvais. La principale raison de cette évolution de la jurisprudence réside dans la difficulté à opérer une distinction judicieuse entre les types de bruit «classiques» et les différentes formes de bruit au quotidien. Ainsi, on comprend mal pourquoi les émissions provenant d'un élevage industriel de chiens seraient soumises à la LPE, tandis que celles d'un chenil privé ne le seraient pas. La même réflexion s'applique aux nuisances sonores émanant d'un restaurant, par opposition à celles qui viennent d'une place de jeux ou d'une terrasse privées. Dans les deux cas, le bruit aura les mêmes caractéristiques pour les voisins concernés. L'éventuelle différence d'intensité des immissions ne doit pas tellement tenir compte de la question de savoir si les prescriptions de la législation sur la protection contre le bruit doivent s'appliquer, mais bien plus de la question qui consiste à se demander de quelle manière la législation doit être appliquée.

### **Une question de bon sens**

Contrairement à une idée largement répandue, l'application de la LPE et de l'OPB ne signifie pas que l'aménagement d'une place de jeux ou d'un restaurant nécessite à chaque fois une étude sur les nuisances sonores. Des examens approfondis ne s'imposent que lorsqu'il y a de bonnes raisons de croire qu'un bruit excessif émane des installations concernées. Pour ces types de bruit, il n'existe pas de valeurs limites. Aussi l'évaluation dépendra-t-elle dans une large mesure du bon sens des personnes qui en

93

*Autres types de bruit*



sont chargées, à savoir les collaborateurs spécialisés ou membres des autorités. Que de telles installations soient soumises à la législation en matière de protection contre le bruit est donc avant tout une question de principe et ne signifie pas qu'elles feront pour autant l'objet d'une évaluation plus sévère.

Par ailleurs, cette nouvelle situation juridique n'empêche pas les cantons et les communes de continuer à édicter des prescriptions relatives aux comportements «bruyants» de leurs citoyens. Les règles édictées par bien des communes concernant la pratique d'un instrument de musique pendant la nuit ou les heures de fermeture des fenêtres des restaurants resteront en règle générale valables, en tant que «prescriptions en matière d'exploitation» au titre de la limitation préventive des émissions (art. 11, 2e al., LPE). A priori, un comportement bruyant sans rapport avec l'exploitation d'une installation au sens de la LPE n'est pas soumis au droit fédéral, mais exclusivement à celui des cantons et des communes.

### Services spécialisé en matière de lutte contre le bruit

La nouvelle situation juridique a néanmoins eu des conséquences non négligeables sur le plan des compétences des services cantonaux et communaux. Alors que les problèmes de bruit dans le voisinage étaient jusqu'à présent surtout réglés devant les tribunaux civils, les services de constructions et de lutte contre le bruit devront s'occuper à l'avenir de plus en plus de tels cas. Voilà qui représente certes une charge supplémentaire; mais si l'on considère le résultat final, cette solution est à n'en pas douter judicieuse. En effet, les services spécialisés sont plus à même d'évaluer l'exposition au bruit; de plus, pour les citoyens concernés, la voie administrative offre généralement l'avantage d'une procédure facilitée et de décisions plus rapides.

*Robert Wolf est avocat à Zurich*

### Le bruit au quotidien dans la jurisprudence des tribunaux

Dans la jurisprudence de ces dernières années, toujours plus d'installations bruyantes ont été soumises à la législation fédérale. Exemples:

#### Places de jeux:

La place de jeux d'un quartier d'habitation de taille moyenne a été évaluée compte tenu de la législation en matière de protection de l'environnement. Le Tribunal fédéral n'a cependant ordonné ni mesurage ni expertise.

#### Centres pour jeunes

Dans un arrêt très remarqué, le Tribunal fédéral a soumis à la législation en matière de protection de l'environnement un tonneau à vin transformé, dans un centre pour jeunes à Wallisellen.

#### Cloches d'église

Elles ont déjà souvent fait l'objet de procédures d'assainissement découlant de la législation sur la protection contre le bruit. Il a parfois été décidé de raccourcir les sonneries ou de reporter la sonnerie matinale à une heure plus tardive.

#### Restaurants, dancings

La question de savoir si les valeurs limites s'appliquant au bruit de l'industrie et des arts et métiers (annexe 6 de l'OPB) sont également valables pour de tels établissements a longtemps fait l'objet d'une controverse. Dans un arrêt rendu le 14 juillet 1997, le Tribunal fédéral y a répondu par la négative. Les autorités doivent donc évaluer les immissions en se fiant à leur expérience propre, sans recours à des valeurs limites.

#### Installations sportives

Les immissions de patinoires et de courts de tennis ont été notamment évaluées. Celles-ci ne connaissent pas non plus de valeurs limites.

#### Collecteurs de verre

Les voisins sont surtout dérangés par le bruit occasionné par le dépôt du verre la nuit et le dimanche (généralement interdit). Une évaluation tenant compte des valeurs limites du bruit de l'industrie et des arts et métiers (annexe 6 de l'OPB) révèle cependant que c'est surtout la vidange des conteneurs par le camion de ramassage qui constitue une nuisance grave.

#### Chenils

Jusqu'à présent, la jurisprudence concernait surtout la détention professionnelle d'animaux (fourrières et lieux d'accueil pour animaux, élevages de chiens). Il ne fait cependant pas de doute que les installations privées de ce type doivent être soumises aux mêmes critères.

#### Pavillons pour concerts publics

Ces derniers doivent être soumis au droit sur la protection de l'environnement même s'ils ne sont installés que pour une courte durée. Exemples: le Lugano Folk Festival et le Paléo à Nyon, qui ont déjà fait l'objet de procédures correspondantes.

Il reste encore à déterminer si le droit fédéral doit également s'appliquer au bruit émanant des fenêtres et jardins de maisons d'habitation ou des cloches des vaches qui paissent dans un pré. Il n'est toutefois pas impossible que ce type de bruit doive être évalué selon les mêmes règles.

## *Références*

## Bibliographie

### Son ou bruit

Centre d'Etudes des transports Urbains:  
*Effet du bruit sur la santé et les comportements*. Dossier no 26. Paris.

Eska, Georg:  
*Schall & Klang*. Wie und was wir hören.  
Verlag Birkhäuser, Berlin 1997.

Hofmann, Robert:  
*Lärm und Lärmbekämpfung in der Schweiz*. Vorlesungsscript, Zürich 1997.  
(à commander auprès de: EMPA, 8600 Dübendorf.)

Liénard, P. et François, P.:  
*Acoustique industrielle et environnement*.  
Acoustique physique et perceptive.  
Eyrolles 1983.

Méric, Lison:  
*Le Bruit, nuisance, message, musique*.  
Georg Editeur SA. Genève 1994.

OCDE (Editeur):  
*Lutter contre le bruit dans les années 90*.  
Paris 1991.

Schafer, Richard Murray:  
*Klang und Krach*. Eine Kulturgeschichte  
des Hörens. Frankfurt a.M. 1988.

Brochures Suva:  
*Musique et troubles de l'ouïe*.  
*Nuisances sonores à l'emplacement de travail*.  
*Dangers du bruit pour l'ouïe à l'emplacement de travail*. (à commander gratuitement auprès de: Suva, 6002 Lucerne.)

Tomatis, Alfred A.: *La Nuit utérine*.  
Editions Stock, Paris 1981.

### Les effets indirects du bruit

Dienst für Gesamtverkehrsfragen:  
*Externe Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs*. GVF-News Nr. 28, Bern 1995.  
(à commander auprès de: UVEK, Dienst GVK, 3003 Bern.)

Güller, Peter; Leupi, Daniel:  
*Mobilität in der Schweiz*.  
Grundlagenbericht. Bern 1994. (à commander auprès de: OCFIM, 3000 Berne.)

Infras, Econcept, Prognos:  
*Die vergessenen Milliarden*.  
Externe Kosten im Energie- und Verkehrsbereich. Verlag Haupt, Bern 1996.

Instituts de recherches économiques et régionales:  
*Coûts sociaux du trafic urbain*.  
PNR Ville et trafic, volume 42, Zurich 1993.

### La lutte contre le bruit en Suisse

Office fédéral de la statistique  
*Statistique Suisse de l'environnement N°1 – bruit*.  
Bern 1994. (à commander auprès de: OFS, 3003 Berne.)

Favre, A.-C.:  
*Quelques questions soulevées par l'application de l'OPB*.  
Revue de droit administratif et de droit fiscal, 1992, pp. 289 ss.

*Loi fédérale sur la protection de l'environnement (OBS)*, 7 octobre 1983.  
RS 814.01. (à commander auprès de: OCFIM, 3000 Berne.)

OFEFP: *La protection contre le bruit en Suisse*. 7 questions - 7 réponses.  
Documents environnement No 5/ Bruit.  
Berne 1993. (à commander auprès de: OFEFP, Docu, 3003 Berne.)

Office fédéral de la statistique/OFEFP:  
*L'environnement en Suisse 1997*.  
Chiffres, faits, perspectives. Berne 1997.  
(à commander auprès de: OCFIM, 3000 Berne.)

*Ordonnance sur la protection contre le bruit*, (OPB) 15 décembre 1986. RS 814.41.  
(à commander auprès de: OCFIM, 3000 Berne.)

### Planification et construction: jouer la carte phonoabsorbante

Centre d'Etudes des transports Urbains:  
*Conception et réalisation des écrans acoustiques*. 1985.

L'Association suisse pour l'aménagement national (Editeur):  
*Architecture et protection contre le bruit*.  
Comment construire dans les secteurs exposés au bruit? Publication de l'ASPAN No 69, 1997. (à commander auprès de: ASPAN, Seilerstr.22, 3011 Berne.)

Migneron, J.G.:  
*Acoustique urbaine*.  
Masson, Paris 1980.

OFEFP /OFAT:  
*Protection contre le bruit et aménagement du territoire*.  
Berne 1988. (à commander auprès de: OCFIM, 3000 Berne.)

### Le bruit du trafic routier

Attinger, R.; Meister, A.:  
*Akustische Eigenschaften von Fahrbahnbelägen im niederen Geschwindigkeitsbereich*.  
Stand der Erkenntnisse 1996.  
Grolimund & Petermann, Bern 1997.

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (Editeur):  
*Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstrassen (EAHV 93)*.  
Köln 1993. (à commander auprès de K. Adenauerstr. 13, D-50996 Köln.)

*Maîtrise du bruit routier en milieu urbain*.  
Eurosymposium 12-15 mai 1992, Cité des congrès. Nantes, France.

Zeitschrift für Lärmbekämpfung:  
*Minderung der Kfz-Rollgeräusche*.  
Verschiedene Fachbeiträge zum Thema Reifenlärm in Heft 6/1996 und Heft 1/1997.

### Le bruit du trafic ferroviaire et aérien

OFEFP:  
*Valeurs limites d'exposition au bruit des aéroports nationaux*.  
Cahier de l'environnement No 296, Bruit.  
Berne 1998. (à commander auprès de: OFEFP, Docu, 3003 Berne.)

Oliva, C.:  
*Lärmstudie 90*. Belastung und Betroffenheit der Wohnbevölkerung durch Flug- und Strassenlärm in der Umgebung der internationalen Flughäfen der Schweiz.  
Schlussbericht NFP 26.1995.  
Avec un Résumé de l'étude empirique sociologique et acoustique  
(à commander auprès de: Schweiz. Nationalfonds, 3001 Bern.)

### Autres types de bruit

Brüel & Kjaer (Editeur):  
*Réduction du bruit, principes et pratique*.  
Naerum 1983.

Fries, Th.; Studer, J.; Rutishauser, G.:  
*Reduktion von Erschütterungen und Körperschall beim Bau und Betrieb von Verkehrsanlagen*.  
VSS-Forschungsauftrag 02 /90,  
Bundesamt für Strassenbau, 1993.

OFEFP, Division Lutte contre le bruit:  
*Directive sur les mesures de construction et d'exploitation destinées à limiter le bruit des chantiers*.  
Projet, Berne 1996. (à commander auprès de: OFEFP, Lutte contre le bruit, 3003 Berne.)

Schuller, W.M. et al. :  
*Contrôle du bruit en milieu industriel.*  
Eyrolles 1981.

Brochure Suva:  
*Des Enceintes pour lutter contre le bruit.*  
*Acoustique des locaux industriels.*  
(à commander gratuitement auprès de:  
Suva, 6002 Lucerne.)

## Revue

*Collection dossiers de l'Environnement,*  
publié par la Société Suisse pour la  
Protection de l'Environnement.  
(à commander auprès de SPE, rue St-Ours  
6, 1205 Genève)

*Journal Romand de l'Environnement.*  
No 135 et 187. Association romande pour  
la protection des eaux et de l'air. (à com-  
mander auprès de Mary-Claude Renaud,  
Graviers 6, 2016 Cortaillod.)

*Le Droit de l'environnement dans la  
pratique.*  
Edité par l'Association pour le droit de  
l'environnement (ADE), Zurich.  
[www.ambios.ch/vur-ade/welcome.htm](http://www.ambios.ch/vur-ade/welcome.htm)

*Revue Echo Bruit.*  
Edité par le centre d'information et de  
documentation sur le bruit.  
Neully-Sur-Seine.

*Zeitschrift für Lärmbekämpfung.*  
Hrsg. vom Deutschen Arbeitsring für Lärm-  
bekämpfung. Springer-VDI-Verlag,  
Düsseldorf. [www.dalaerm.de](http://www.dalaerm.de)

## Matériel didactique

Info-Environnement:  
*Le concert*  
Un dossier pédagogique sur le bruit  
à l'intention des élèves des classes  
primaires. Genève 1996.  
(à commander au centre de prêt de votre  
canton ou Filminstitut, Erlachstr. 21,  
3000 Bern.)

*Mediacoustic*  
Logiciel multimédia sur CD-ROM pour  
l'enseignement de l'acoustique.  
(Distributeur: Norsonic Brechbühl AG,  
3452 Grünenmatt.)

## Adresses internet

### Informations et didacticiels

*Akustik-Show.*  
Ein umfassendes Lernprogramm zu den  
Themen Schall, Gehör und Psychoakustik.  
[www.dasp.uniwuppertal.de/kremer](http://www.dasp.uniwuppertal.de/kremer)

*Informationszentrum für gutes Hören.*  
Fragen der Schwerhörigkeit und der  
Prävention von Hörschäden.  
[www.prkombi.ch/akustika](http://www.prkombi.ch/akustika)

### Sociétés, associations et services étatiques:

*Cercle Bruit Suisse.*  
Association des spécialistes cantonaux de  
protection contre le bruit.  
[www.cerclebruit.ch](http://www.cerclebruit.ch)

*The European Acoustics Association.*  
La Société suisse d'acoustique (SSA) se pré-  
sente sur le site [eaa.essex.ac.uk/eaa](http://eaa.essex.ac.uk/eaa)

*Société française d'acoustique.*  
[www.loa.espci.fr](http://www.loa.espci.fr)

*Division Lutte contre le bruit de l'OFEFP.*  
[www.admin.ch/buwal/laerm/f](http://www.admin.ch/buwal/laerm/f)

*Abteilung Akustik und Lärmbekämpfung  
der EMPA.*  
Beratung, Messungen und Prognosen.  
[www.empa.ch/deutsch/fachber/abt177](http://www.empa.ch/deutsch/fachber/abt177)

*Caisse nationale suisse d'assurance en cas  
d'accidents (Suva). Prévention-lésions audi-  
tives-protection de l'ouïe.* [www.suva.ch](http://www.suva.ch)

*Ministère français de la protection de l'en-  
vironnement.* [www.environnement.gouv.fr](http://www.environnement.gouv.fr)

*Umweltbundesamt in Berlin.*  
[www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

*Deutscher Arbeitsring für Lärmbekämp-  
fung.* [www.dalaerm.de](http://www.dalaerm.de)

*Normes: normes internationales en matière  
d'acoustique (rechercher: «acoustics»).*  
[www.iso.ch](http://www.iso.ch). Deutsches Institut für  
Normung. [www.din.de](http://www.din.de). Informations-  
zentrum der schweizerischen Normen-  
vereinigung. [www.snv.ch](http://www.snv.ch)

*Lois: Recueil systématique des lois fédérales  
(RS).* [www.admin.ch/ch/f/rs/rs.html](http://www.admin.ch/ch/f/rs/rs.html). Asso-  
ciation pour le droit de l'environnement  
(ADE). Commentaire de la législation sur la  
protection de l'environnement et collection  
de décisions judiciaires.  
[www.ambios.bch/vur-ade/welcome.htm](http://www.ambios.bch/vur-ade/welcome.htm)

## Universités et instituts

*ETH Akustik.* Institute for Signal and Infor-  
mation Processing. Cours et documenta-  
tions. [www.isi.ee.ethz.ch/~heutschli/index.htm](http://www.isi.ee.ethz.ch/~heutschli/index.htm)

*Laboratoire d'Electromagnétisme et  
d'Acoustique de l'Ecole Polytechnique  
Fédérale de Lausanne (LEMA).*  
Enseignement et recherche sur le thème de  
l'acoustique. [lemawww.epfl.ch](http://lemawww.epfl.ch)

*Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie  
der ETH-Zürich (IHA).*  
Recherche sur le thème du bruit et des vibra-  
tions. [www.ihb.bepw.ethz.ch](http://www.ihb.bepw.ethz.ch)

# 97



Références

## Auteurs

Michal Arend, Dr. phil., Raumplaner ETH/NDS  
Planungsbüro synergo  
Fraumünsterstr. 23, Postfach 4925,  
8022 Zürich

Robert Bänziger, dipl. Kultur-Ing. ETH  
Schutzverband der Bevölkerung um  
den Flughafen Zürich  
Dorfstr. 17, Postfach, 8155 Niederhasli

Prisca Bucher Nyankson, dipl. Geografin  
Lutte contre le bruit Canton de Lucerne\*

Cornelia Conzelmann, Dr. med.  
Gesundheitsförderung Basel-Landschaft  
Rheinstr. 22, Postfach 639, 4410 Liestal

Joan S. Davis, Dr. sc.nat.  
EAWAG  
Überlandstrasse 113, 8600 Dübendorf

François Droux  
Protection contre le bruit,  
Service des ponts et chaussées  
rue Pourtalès 13, 2001 Neuchâtel

Otto T. Dummermuth  
Bundesamt für die Betriebe der Luftwaffe  
8600 Dübendorf

Walter Egli, dipl. Akustiker SGA  
Lutte contre le bruit Canton de Zurich\*

George Eisler  
Lutte contre le bruit Canton de Zurich\*

Andreas Erni, dipl. Architekt ETH  
Ernst Basler + Partner AG  
Mühlebachstr. 11, 8032 Zürich  
[www.usic-engineers.ch](http://www.usic-engineers.ch)

Thomas Gastberger, dipl. Geograf  
Lutte contre le bruit Canton de Zurich\*

Peter Graf, dipl. Akustiker SGA  
Lutte contre le bruit Canton de Zurich\*

Silvio Grauwiler, dipl. Kultur-Ing. ETH  
Lutte contre le bruit Canton de Zurich\*

Hans-Jörg Grolimund, dipl. Bauing. ETH/SIA  
dipl. Akustiker SGA  
Grolimund & Partner AG  
Thunstrasse 101a, 3006 Bern

Heinz Grubenmann, Dr. phil.  
Tomatis-Institut für Horchschulung  
Minervastr. 3, 8032 Zürich

Lisbeth Herger, Journalistin BR  
Kalkbreitestr. 59, 8003 Zürich  
Samuel Hinden, dipl. Verkehrsing. ETH/SVI  
Lutte contre le bruit Canton de Berne\*

Robert Hofmann, Dr. sc. nat. ETH  
EMPA, Akustik und Lärmbekämpfung\*

Martin Hohl, dipl. Ing. FH  
Lutte contre le bruit Canton de Saint-Gall\*

Rolf Iten, Dr. oec. publ.  
INFRAS, Forschung, Wirtschafts- und  
Umweltberatung  
Gerechtigkeitsgasse 20, 8002 Zürich  
[www.infras.ch](http://www.infras.ch)

Urs Jörg, Dr. phil. nat., Physiker  
OFEFP, Lutte contre le bruit\*

Hans-Peter Jost, Fotograf BR  
Regensdorferstr. 62, 8049 Zürich

Roland Kalberer, Ing. phys. EPFL  
Lutte contre le bruit Canton de Fribourg\*

Jörg Köppl, Zeichner  
Yotka-Illustrationen  
Seestrasse 561, 8038 Zürich

Walter Lips, dipl. Akustiker SGA  
Suva, Bereich Akustik\*

Dominique Luy, Ing. phys. EPFL  
Lutte contre le bruit Canton de Vaud\*

Hans Marti, dipl. Ing. HTL  
Strassenverkehrsamt Kanton Zürich  
Uetlibergstrasse 301, 8036 Zürich

Beat Marty, dipl. Ing. Umwelt-  
technik TU Berlin  
Lutte contre le bruit Canton de Lucerne\*

André Meister, dipl. Natw. ETH  
Grolimund & Partner AG  
Thunstrasse 101a, 3006 Bern

Peter Mohler, dipl. Bauing. HTL  
Lutte contre le bruit Canton de Bâle-Ville\*

Rudolf Muggli, Fürsprecher  
Schweiz. Vereinigung für Landesplanung  
Seilerstr. 22, 3011 Bern  
[www.planning.ch](http://www.planning.ch)

Wilhelm Natrup, Raumplaner BSP  
Ernst Basler + Partner AG  
Mühlebachstr. 11, 8032 Zürich  
[www.usic-engineers.ch](http://www.usic-engineers.ch)

Hansueli Remund, dipl. Architekt ETH  
Planteam S AG  
Bahnhofstr. 19a, 6203 Sempach-Station  
[www.planteam.ch](http://www.planteam.ch)

Markus Ringger, Dr. phil., Physiker  
Gysin & Ehram AG  
Davidsbodenstr. 11, 4056 Basel  
[www.usic-engineers.ch](http://www.usic-engineers.ch)

Gabriel Romailier, biologiste dipl. ASEP  
Bureau d'études Impact SA  
Au Village, 3977 Granges  
[www.ambios.ch/impact/](http://www.ambios.ch/impact/)

Allan Rosenheck, dipl. Ing.  
EMPA, Akustik und Lärmbekämpfung\*

Gérard Rutishauser, dipl. Ing. ETH/USIC  
Rutishauser Ingenieurbüro für Bau, Verkehr  
und Umwelt  
Drahtzugstrasse 18, 8008 Zürich  
[www.usic-engineers.ch](http://www.usic-engineers.ch)

Gottfried Senn  
Lutte contre le bruit Canton d'Argovie\*

Werner Stalder, dipl. Ing. HTL/  
dipl. Akustiker SGA  
Lutte contre le bruit Canton de Nidwald\*  
et Planteam GHS AG  
Bahnhofstr. 19a, 6203 Sempach-Station  
[www.planteam.ch](http://www.planteam.ch)

Peter Staub, dipl. Verkehrsing. ETH/SVI  
Lutte contre le bruit Canton de Thurgovie\*

Ulrich Toggenburger, dipl. Physiker ETH  
SBB, Direktion Rollmaterial  
Bahnhofplatz 10A, 3030 Bern

Peter Trauffer, dipl. Akustiker SGA  
Lutte contre le bruit Canton de Bâle-  
Campagne\*

Giorgio Travaglini, Dr.  
Lutte contre le bruit Canton du Tessin\*

Jean Marc Wunderli, dipl. Ing. ETH  
EMPA, Akustik und Lärmbekämpfung\*

Robert Wolf, Rechtsanwalt  
Im Tiergarten 27, 8055 Zürich

\* Voir les adresses sous services et offices  
compétents

## Services et office compétents

### Cercle Bruit Schweiz/Suisse

c/o Beat Marty

Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern

Gibraltarstr. 3, Postfach, 6002 Luzern

Tel: 041 228 64 50, Fax: 041 240-65 71

### OFEPF

Office fédérale de l'environnement,  
des forêts et du paysage

Lutte contre le bruit

Laupenstr. 20, Postfach, 3003 Bern

Tel: 031 322 92 49 und 031 323 36 44

Fax: 031 323 03 72

### EMPA/LFEM

Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et  
de recherches

Akustik und Lärmbekämpfung

Ueberlandstr. 129, Postfach

8600 Dübendorf

Tel: 01 823 42 77, Fax: 01 823 47 93

### Suva

Caisse nationale suisse d'assurance  
en cas d'accidents

Abt. Arbeitssicherheit, Bereich Akustik

Rösslimattstr. 39, Postfach 4358

6002 Luzern

Tel: 041 419 54 22, Fax: 041 419 57 57

### Canton d'Appenzell Rhodes intérieures

Amt für Umweltschutz

Fachstelle für Lärmschutz

Gaiserstr. 8, 9050 Appenzell

Tel: 071 788 93 41, Fax: 071 788 93 59

### Canton d'Appenzell Rhodes extérieures

Amt für Umweltschutz

Abt. Lärmschutz & Energie

Kasernenstr. 17, Postfach, 9102 Herisau

Tel: 071 353 65 35, Fax: 071 353 28 10

### Canton d'Argovie

Baudep./Sektion Zentrale Dienste

Abt. Umweltschutz

Entfelderstr. 16, Postfach, 5001 Aarau

Tel: 062 835 33 60, Fax: 062 835 33 69

### Canton de Bâle-Campagne

Amt für Orts- und Regionalplanung

Abt. Lärmschutz

Rheinstrasse 29, Postfach, 4410 Liestal

Tel: 061 925 55 83, Fax: 061 925 69 82

### Canton de Bâle-Ville

Bauinspektorat

Lärmschutzfachstelle

Rittergasse 4, Postfach, 4001 Basel

Tel: 061 267 92 00, Fax: 061 267 60 40

### Canton de Berne

Koordinationsstelle für Umweltschutz

Reiterstr. 11, 3011 Bern

Tel: 031 633 36 51, Fax: 031 633 36 60

### Canton de Fribourg

Office de la protection de l'environnement

Section lutte contre le bruit

Route de la Fonderie 2, 1700 Fribourg

Tel: 026 305 37 60, Fax: 026 305 10 02

### Canton de Genève

Service cantonal d'écotoxicologie

Av. Ste Clotilde 23, Case postale 78

1211 Genève 8

Tel: 022 781 01 03, Fax: 022 320 67 25

### Canton de Glaris

Amt für Umweltschutz

Postgasse 29, 8750 Glarus

Tel: 055 646 67 03, Fax: 055 646 67 99

### Canton des Grison

Amt für Umweltschutz

Abt. Luft/Lärm

Gürtelstr. 89, 7001 Chur

Tel: 081 257 29 46, Fax: 081 257 21 54

### Canton du Jura

Laboratoire cantonal des eaux

Lutte contre les nuisances

Champ Fallat, 2882 St. Ursanne

Tel: 032 461 36 68, Fax: 032 461 31 24

### Canton de Lucerne

Amt für Umweltschutz

Abt. Lärmschutz

Gibraltarstr. 3, Postfach, 6002 Luzern

Tel: 041 228 64 50, Fax: 041 240 65 71

### Canton de Neuchâtel

Service Cantonal

de la protection de l'environnement

Rue du Tombet 24, Case postale 145

2034 Peseux NE

Tel: 032 889 67 30, Fax: 032 889 62 63

### Canton de Nidwald

Amt für Umweltschutz

Abt. Lärmschutz

Engelbergstr. 34, Postfach, 6371 Stans

Tel: 041 618 75 04, Fax: 041 618 75 28

### Canton d'Obwald

Amt für Umweltschutz

Fachstelle Emissionen/Immissionen

St. Antonistr. 4, Postfach 1661, 6061 Sarnen

Tel: 041 666 63 27, Fax: 041 660 11 49

### Canton de Saint-Gall

Amt für Umweltschutz

Fachstelle Lärmschutz

Linsebühlstr. 91, Postfach, 9001 St. Gallen

Tel: 071 313 69 40, Fax: 071 313 69 97

### Canton de Schaffhouse

Kant. Tiefbauamt

Abt. Strasse und Verkehr

Rosengasse 8, Postfach, 8201 Schaffhausen

Tel: 052 632 73 07, Fax: 052 632 75 48

### Canton de Schwytz

Amt für Umweltschutz

Immissionschutz

Schlagstr. 82, 6430 Schwyz

Tel: 041 819 20 35, Fax: 041 819 20 49

### Canton de Soleure

Amt für Umweltschutz

Sekt. Lärmschutz

Baselstrasse 77, Postfach, 4509 Solothurn

Tel: 032 627 24 42/43, Fax: 032 627 24 44

### Canton du Tessin

Divisione dell' ambiente

Ufficio prevenzione dei rumori

Via S. Franscini 17, Case postale

6501 Bellinzona

Tel: 091 804 37 51, Fax: 091 804 37 36

### Canton de Thurgovie

Tiefbauamt

Abt. Planung und Verkehr

Verwaltungsgebäude

Promenade, 8510 Frauenfeld

Tel: 052 724 24 43, Fax: 052 724 29 51

### Canton d'Uri

Amt für Umweltschutz

Abteilung Immissionsschutz

Klausenstr. 4, 6460 Altdorf

Tel: 041 875 24 30, Fax: 041 875 20 88

### Canton du Valais

Service cantonal

de la protection de l'environnement

Pl. des Cèdres, Case postale 405, 1951 Sion

Tel: 027 606 31 60, Fax: 027 606 31 99

### Canton de Vaud

Service de l'environnement et de l'énergie

Lutte contre le bruit

Les Croisettes, Case postale 33

1066 Epalinges

Tel: 021 316 43 60, Fax: 021 316 43 95

### Canton de Zoug

Amt für Umweltschutz

Lärmschutz und Luftreinhaltung

Aabachstrasse 5, Postfach 897, 6301 Zug

Tel: 041 728 33 44, Fax: 041 728 33 79

### Canton de Zurich

Tiefbauamt

Fachstelle Lärmschutz

Kanalstr. 17, Postfach, 8152 Glattbrugg

Tel: 01 809 91 51, Fax: 01 809 91 50