

# Les possibilités techniques d'une insonorisation active et passive

Autor(en): **Braune, Bernard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **116 (1990)**

Heft 4

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77244>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Les possibilités techniques d'une insonorisation active et passive

**Notre mode de vie, tributaire d'une technicité toujours croissante, entraîne une multiplication des sources de bruit – un bruit qui va souvent s'intensifiant, qui dérange, perturbe, jusqu'à être parfois dangereux pour la santé. Sur quelles techniques pouvons-nous compter à l'heure actuelle pour nous mettre à l'abri des nuisances dues au bruit et de leurs possibles conséquences sur notre santé? C'est à cette question que nous allons tenter de répondre ici.**

Tout le monde pratiquement, que ce soit à la maison ou au travail, se trouve exposé à l'une ou à plusieurs des sources de bruit suivantes :

- trafic routier (voitures, camions, motos, trams, trolleybus)
- trains

PAR BERNARD BRAUNE,  
SION

- avions (trafic de ligne, aviation privée, vols d'entraînement militaires, modèles réduits d'avions)
- industries (bruit extérieur, dans l'entreprise, au poste de travail)
- chantiers (machines, engins et activité de construction)
- entourage (chant, musique, radio, télévision, tondeuses à gazon)
- appareils domestiques (lave-vaisselle, lave-linge, robots ménagers)
- installations du bâtiment (chauffage, climatisation, ventilation, installations sanitaires).

## Protection active et protection passive

Chaque fois qu'il s'agit de se protéger contre le bruit, et quelle que soit la nature de ce bruit, nous nous trouvons dans la situation générale que présente la figure 1.

Les mesures antibruit peuvent agir soit sur les sources du bruit, soit sur les voies de transmission, soit encore sur l'être humain en tant que dernier maillon de la chaîne de transmission.

En matière de lutte contre le bruit, selon les méthodes et les moyens adoptés, on distingue entre

- les mesures de protection antibruit actives ou primaires
- les mesures de protection antibruit passives ou secondaires.

Aujourd'hui, dans les divers domaines de la lutte technique contre le bruit, les mesures mises en œuvre sont aussi bien actives que passives.

## Mesures actives de protection antibruit

Les mesures de protection antibruit actives, ou primaires, s'emploient à

influencer les mécanismes de génération du bruit à sa source, par des interventions directes tendant à réduire le niveau sonore. Ces mesures agissent directement là où le bruit est généré et ne concernent normalement pas les voies de transmission.

Les mesures actives de protection antibruit sont prises essentiellement durant la phase d'étude et de développement d'une machine, d'un véhicule ou d'un appareil. Elles nécessitent souvent des recherches longues, parfois compliquées, sur des dispositifs d'essai ou sur des prototypes en vue de vérifier leur applicabilité et leur efficacité.

Pour la protection active contre le bruit, on peut dire que les mesures adoptées sont spécifiques à chaque domaine concerné et qu'elles exigent une bonne connaissance des mécanismes primaires qui génèrent le bruit et en déterminent la nature.

On distingue différentes sortes de bruits en fonction de leur origine :

- origine mécanique: chocs, variations de forces dynamiques
- origine due aux frottements: frottements de glissement ou de roulement
- origine aérodynamique: jets de gaz à l'air libre, turbulences, bruits de sirène, fluctuations instables de pression
- origine hydrodynamique: turbulences, fluctuations instables de pression, cavitation
- origine électrodynamique: efforts mécaniques dans les champs magnétiques, magnétostriction.

Les mesures actives destinées à réduire le bruit émis à la source consistent à agir sur ces différents mécanismes de génération et elles se distri-

buent selon les groupes que nous indiquons ci-dessous.

Mesures agissant

- sur le mouvement d'éléments de machine: réduction des balourds; équilibrage; égalisation des masses;
- sur le contact entre éléments de machine: haute précision de fabrication; sélection de paliers silencieux; suppression de points de discontinuité tels que joints, à-coups, coudes (par exemple des liaisons entre rails); sélection judicieuse des matières en contact (par exemple matière synthétique-acier); lubrification suffisante; atténuation des chocs par réduction des masses en mouvement et des vitesses d'impact; butées élastiques ou équipées d'amortisseurs; changement de mouvements saccadés en mouvements continus;
- sur les transmissions de force entre éléments de machine: réduction de l'appel de puissance; diminution des frottements; transmissions à dentures silencieuses; diminution des coups de bélier et des fluctuations de pression, etc.;
- sur les interactions entre éléments de machine et milieu environnant ou milieu fermé: diminution des vitesses de circulation des fluides ou des vitesses de rotation; évitement d'obstacles dans les circuits de liquides ou de gaz; si des obstacles sont inévitables, leur donner une forme garantissant un écoulement dans de bonnes conditions; mesures spéciales dans le cas des ventilateurs et autres machines tournantes (par exemple moteurs électriques).

Dans toute la mesure du possible, le bruit devrait être combattu à sa source, et chaque produit technique (machine, appareil, etc.) devrait être conçu non pas uniquement en fonction d'exigences strictement fonctionnelles ou économiques, mais également compte tenu du facteur bruit ou, en d'autres termes, de son « aphonie ».

Cependant, les mesures actives ne permettent pas toujours d'obtenir des résultats suffisants. Elles sont difficilement applicables dans certains cas, du fait de la nature même du travail accompli par telle ou telle machine: martelage, étampage, pressage, sciage, etc.

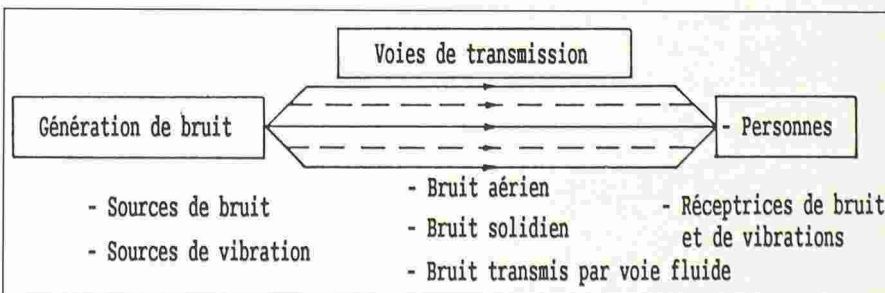


Fig. 1. – Génération et transmission du bruit.

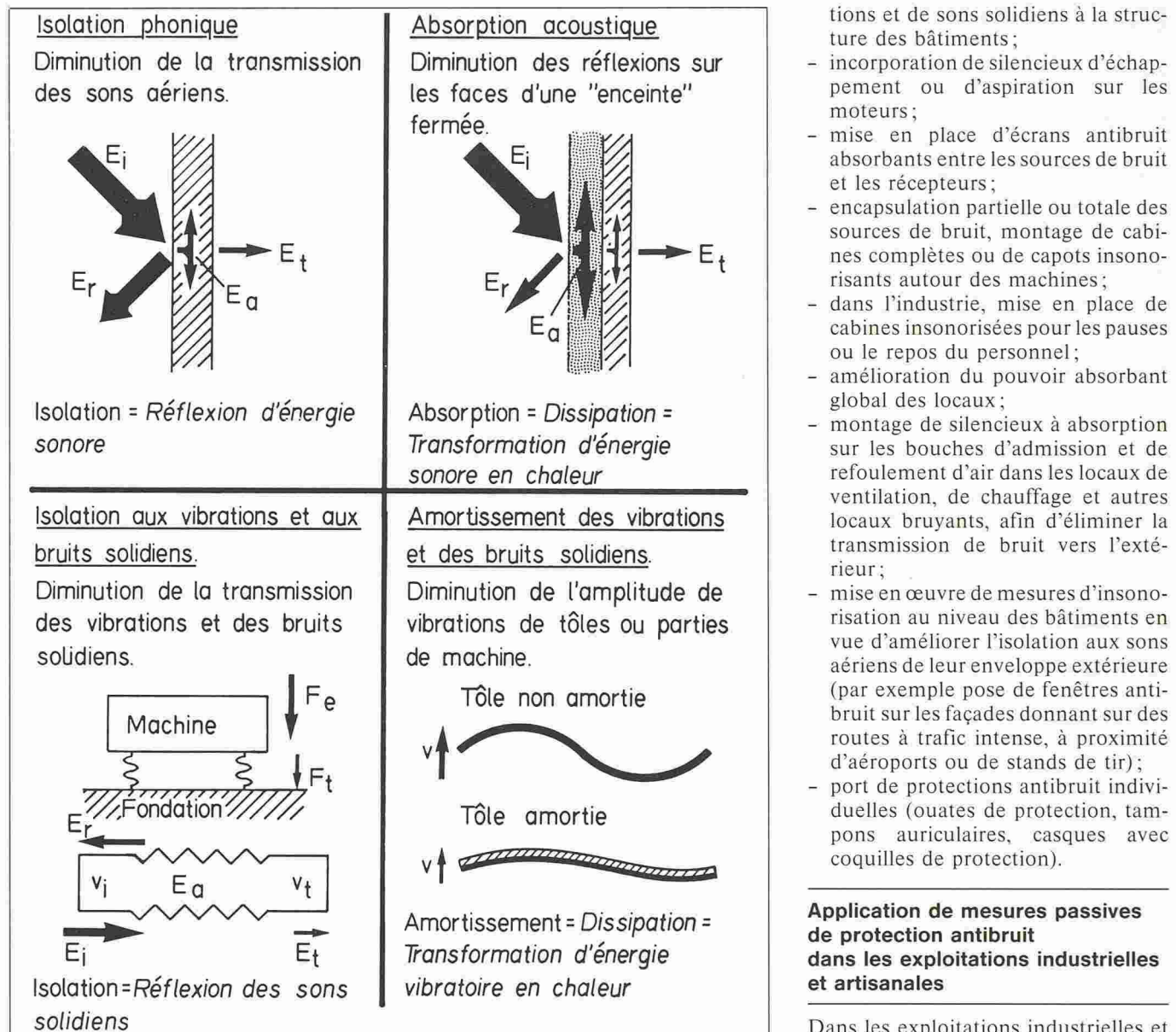


Fig. 2. - Les quatre fonctions des matériaux d'insonorisation.

### Mesures passives de protection antibruit

Les mesures de protection antibruit passives, ou secondaires, consistent à atténuer la transmission du bruit entre les sources et les récepteurs.

Pour leur mise en œuvre correcte, et contrairement aux mesures actives dont nous venons de parler, les mesures passives n'exigent pas une connaissance approfondie des mécanismes de génération du bruit qui entrent en jeu aux sources considérées (machines, véhicules, appareils électroménagers, etc.), mais plutôt une image plus ou moins précise du spectre des fréquences et des niveaux du bruit globalement diffusé.

Les mesures passives reposent sur l'application combinée de différents matériaux et systèmes, compte tenu des quatre fonctions acoustiques possibles (fig. 2):

- isolation contre les sons aériens en vue d'atténuer leur transmission
- absorption acoustique en vue de diminuer les réflexions sonores sur les surfaces délimitant un local
- isolation aux vibrations et aux sons solidiens pour atténuer leur transmission
- amortissement des vibrations et des sons solidiens pour réduire l'amplitude des vibrations et des sons solidiens sur des tôles.

D'une manière générale, les mesures passives de protection peuvent appartenir aux groupes suivants:

- application de matériaux acoustiques isolants, absorbants ou amortissants sous la forme de matelas, plaques, feuilles ou revêtements sur certains éléments de machines ou d'appareils pour en diminuer le rayonnement de bruit;
- isolation aux vibrations des machines, appareils ou installations pour empêcher la transmission de vibra-

tions et de sons solidiens à la structure des bâtiments;

- incorporation de silencieux d'échappement ou d'aspiration sur les moteurs;
- mise en place d'écrans antibruit absorbants entre les sources de bruit et les récepteurs;
- encapsulation partielle ou totale des sources de bruit, montage de cabines complètes ou de capots insonorisants autour des machines;
- dans l'industrie, mise en place de cabines insonorisées pour les pauses ou le repos du personnel;
- amélioration du pouvoir absorbant global des locaux;
- montage de silencieux à absorption sur les bouches d'admission et de refoulement d'air dans les locaux de ventilation, de chauffage et autres locaux bruyants, afin d'éliminer la transmission de bruit vers l'extérieur;
- mise en œuvre de mesures d'insonorisation au niveau des bâtiments en vue d'améliorer l'isolation aux sons aériens de leur enveloppe extérieure (par exemple pose de fenêtres antibruit sur les façades donnant sur des routes à trafic intense, à proximité d'aéroports ou de stands de tir);
- port de protections antibruit individuelles (ouates de protection, tampons auriculaires, casques avec coquilles de protection).

### Application de mesures passives de protection antibruit dans les exploitations industrielles et artisanales

Dans les exploitations industrielles et artisanales, la mise en œuvre des mesures présentées à la figure 3 permet d'atteindre, en ce qui concerne la réduction du bruit, les ordres de grandeur indiqués dans l'encadré ci-dessous. Les mesures d'isolation aux vibrations et aux sons solidiens de machines, d'appareils ou d'installations n'opèrent généralement pas de réduction du niveau sonore dans le local où ils se trouvent, mais atténuent leur transmission aux locaux voisins (se trouvant à côté, au-dessus et au-dessous). Selon la nature et la qualité de l'isolation, on peut obtenir dans ces derniers locaux une réduction allant de 5 à 20 dB(A) au maximum. Notons que, pour une mesure spécifique, cette réduction peut dépendre de nombreux

Traitement absorbant des plafonds et murs	3-7 dB(A)
Ecrans antibruit	5-15 dB(A)
Cabines et enceintes insonorisées	15-35 dB(A)
Silencieux à absorption	10-30 dB(A)

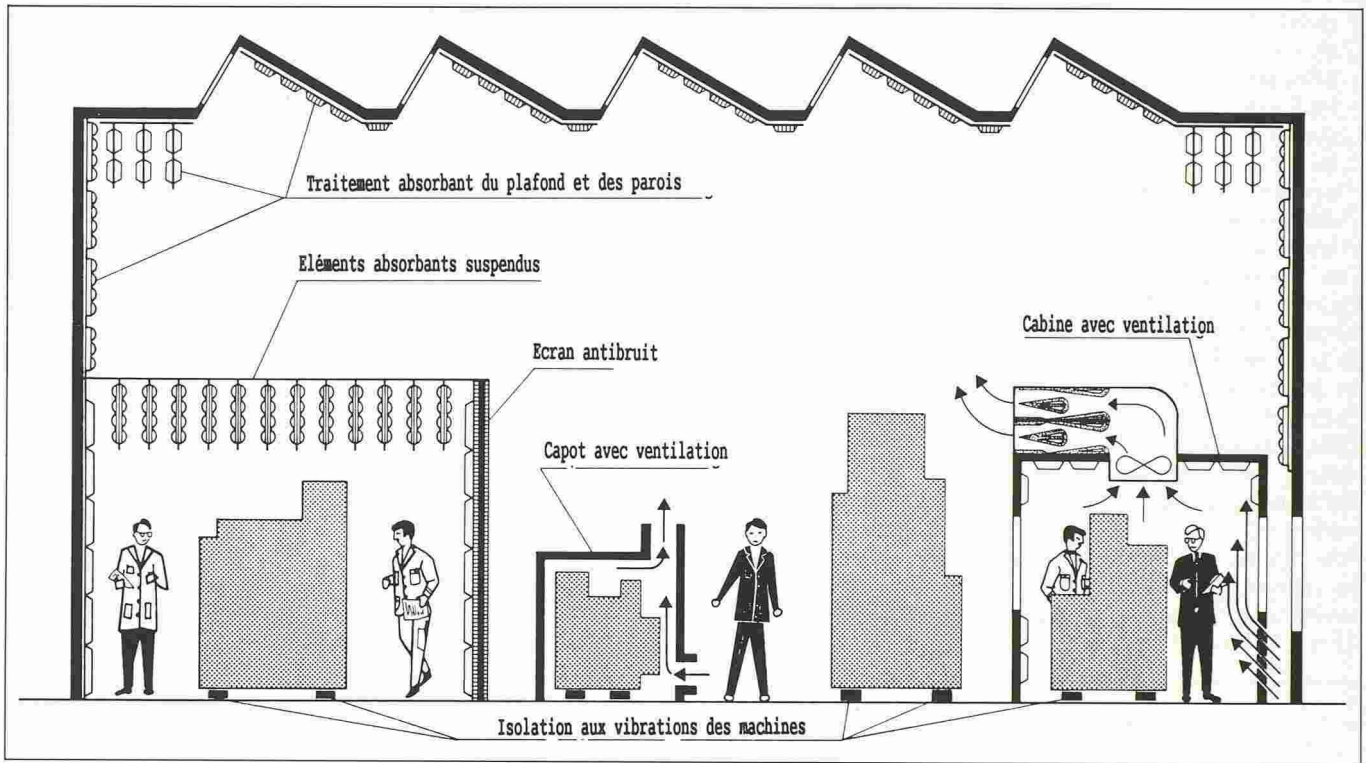


Fig. 3. - Possibilités théoriques de lutte contre le bruit dans les exploitations industrielles et artisanales.

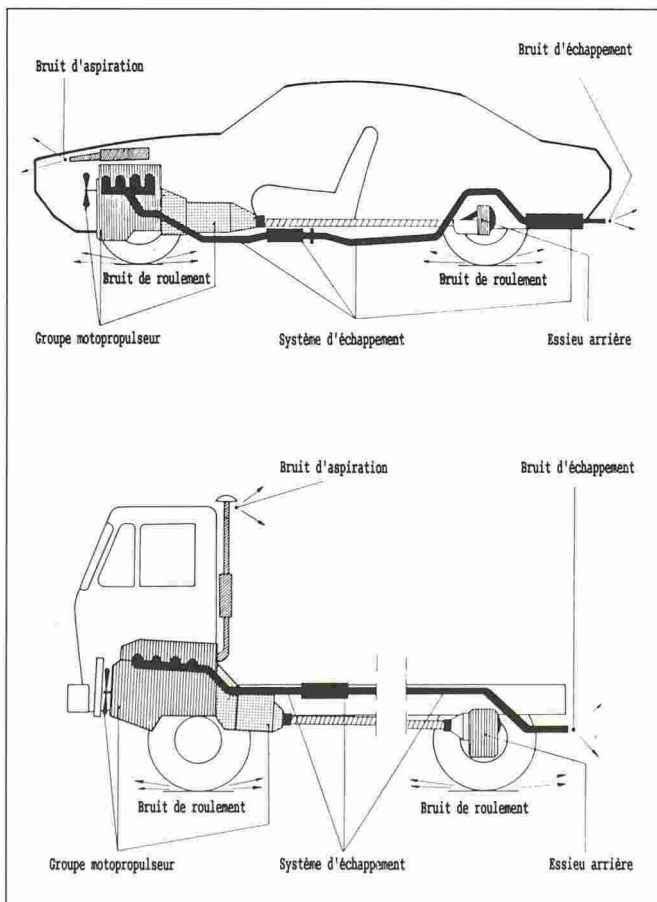


Fig. 4. - Les principales sources de bruit d'un véhicule automobile.

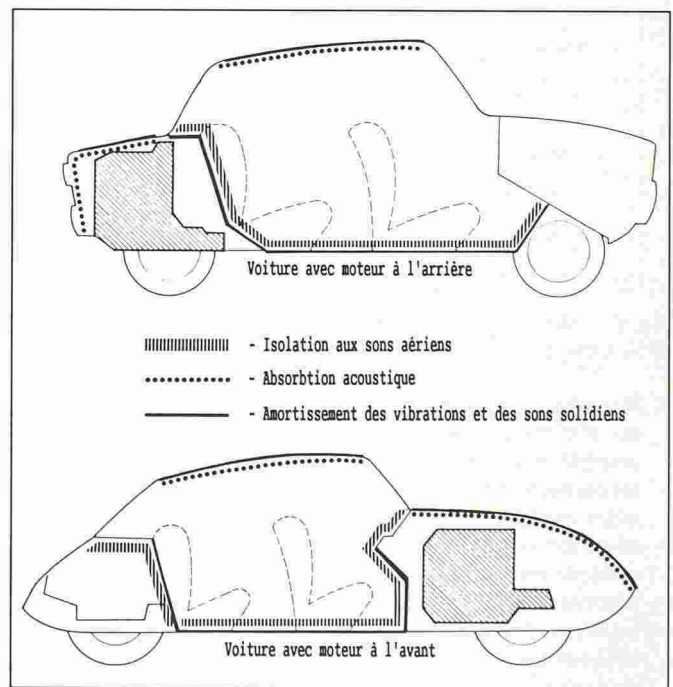


Fig. 5. - Possibilités d'application de matériaux destinés à l'isolation phonique, à l'absorption acoustique et à l'amortissement des vibrations et sons solidiens.

facteurs tels que la géométrie du local, la disposition des machines ainsi que leur type, l'emplacement de mesure, la nature du bâtiment, etc. L'examen de ces différents facteurs sort du cadre de cet exposé.

### Protection contre le bruit des véhicules automobiles

Dans le cas des véhicules automobiles, les mesures d'insonorisation visent, d'une part, à atténuer la transmission

de bruit des sources illustrées par la figure 4 à l'habitacle et, d'autre part, à réduire le rayonnement sonore de ces sources vers l'extérieur.

Les principales interventions permettant de diminuer le bruit dans l'habitacle sont :

- amortissement d'éléments de carrosserie en basses, moyennes et hautes fréquences au moyen de matériaux amortissants de haute efficacité et aussi légers que possible ;

- isolation acoustique aussi élevée que possible du tablier d'avant, des passages de roue et du plancher par l'utilisation de complexes multicouches ultralégers constitués de matelas ou de pièces moulées;
- pavillon absorbant, de conception autoporteuse et légère avec effet amortisseur de chocs.

Ces mesures, schématisées à la figure 5, ont pour but de ramener au niveau le plus bas possible, en fonction de la catégorie et du type de véhicule, les bruits de toute nature transmis à l'habitacle.

Elles agissent aussi bien sur le bruit du moteur, de l'aspiration d'air et de l'échappement que sur les bruits de roulement.

Pour limiter la transmission du bruit du moteur vers l'extérieur, on peut envisager les mesures suivantes illustrées à la figure 6 :

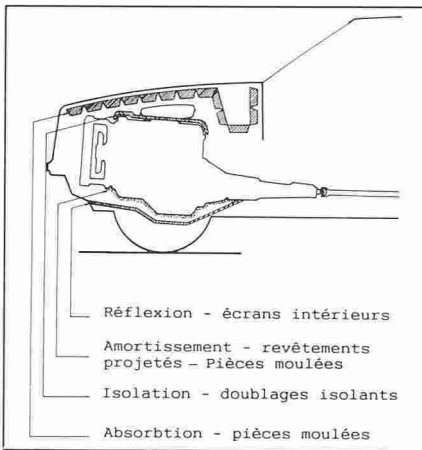


Fig. 6. - Mesures passives pour réduire le bruit extérieur.

- fermeture partielle du compartiment moteur combinée à l'amortissement et à l'absorption phonique
- revêtement absorbant du compartiment moteur
- adoption d'amenées d'air de bonne conception aérodynamique pour les ventilateurs de refroidissement
- traitement des parties à fort rayonnement des surfaces extérieures du moteur.

Les bruits d'aspiration d'air et d'échappement peuvent normalement être atténués par des silencieux judicieusement dimensionnés.

A basse vitesse - et jusqu'à 80 km/h - le bruit de roulement n'a qu'une faible influence, tandis qu'à grande vitesse il peut devenir prédominant. Les fabricants de pneumatiques ont lancé d'importants projets de recherche pour étudier les mécanismes qui sont à l'origine de ce bruit de roulement et qui n'ont pas encore été entièrement expliqués jusqu'à ce jour. Quant à des mesures antibruit passives pour la réduction du bruit de roulement sur le véhicule lui-même, elles n'entrent pas en ligne de compte.

TABLEAU 1. - Niveaux acoustiques admissibles dans des locaux exposés aux bruits extérieurs.

Type de local	Valeurs indicatives pour niveau acoustique moyen
1. Chambres de séjour d'appartement, chambres d'hôtel, chambres d'hôpitaux et homes	de jour 30-40 dB(A) de nuit 20-30 dB(A)
2. Salles de classe, bureaux individuels, locaux de travail scientifique, bibliothèques, salles de conférences, salles de consultations médicales et d'opérations, églises, aula	30-40 dB(A)
3. Bureaux communs	35-45 dB(A)
4. Bureaux paysagés, auberges, magasins, locaux de guichet	40-50 dB(A)
5. Halls d'entrée, d'attente et de départ	45-55 dB(A)
6. Salles d'opéra, de théâtre, de cinéma	25 dB(A)
7. Studios d'enregistrement du son	Exigences particulières

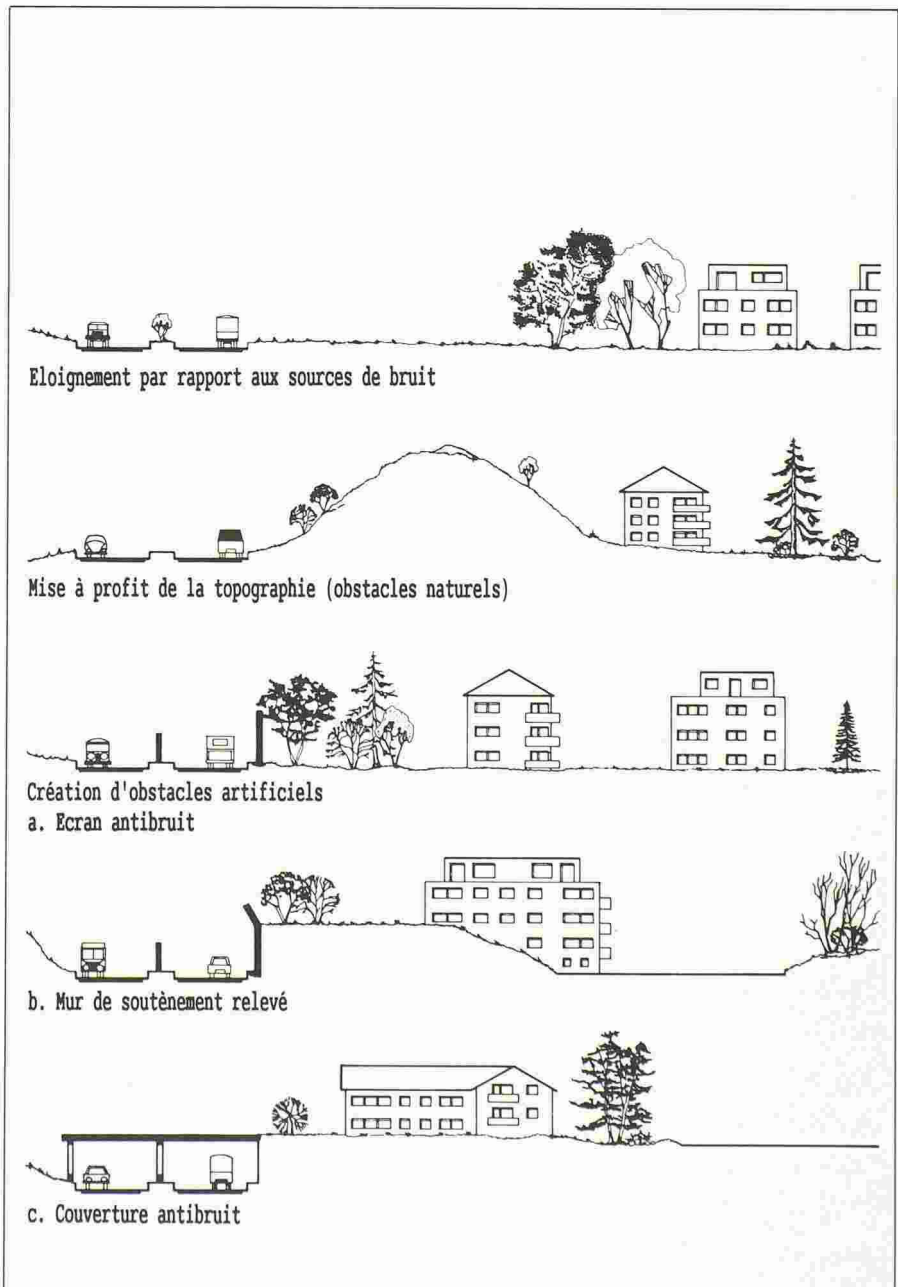


Fig. 7. - Principaux moyens d'isolation contre le bruit extérieur.

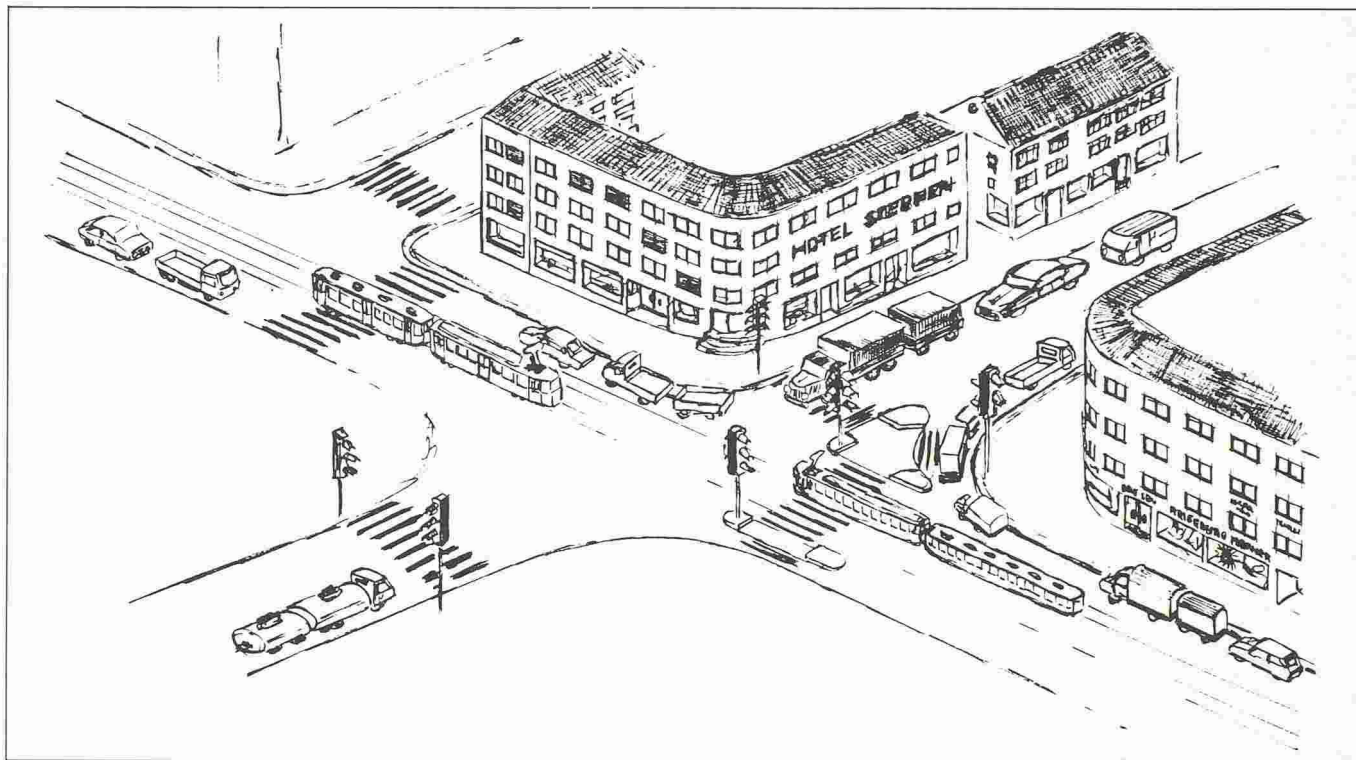


Fig. 8. – Amélioration de l'isolation aux sons aériens des parties faibles des façades (en particulier des fenêtres).

### Protection des bâtiments contre le bruit extérieur

Le niveau sonore du bruit provenant de l'extérieur qu'on peut admettre à l'intérieur d'un immeuble dépend de la destination des locaux et de ce qu'on en exige.

Le tableau 1, inspiré de la recommandation VDI 2719 «Isolation acoustique des fenêtres», préconise des valeurs de référence valables pour le bruit moyen.

En théorie, il existe un grand nombre de possibilités pour se protéger contre le bruit extérieur (fig. 7 et 8) :

- l'éloignement maximal par rapport aux sources de bruit ;
- la mise à profit de la topographie (en utilisant les obstacles naturels tels que remblais, collines, cuvettes) ;
- la réalisation d'obstacles artificiels ;
- pour les ouvrages neufs : façades et toitures offrant une isolation suffisante aux bruits aériens, orientation optimale par rapport aux sources de bruit ;

- pour les ouvrages existants : amélioration de l'isolation acoustique des parties faibles des façades et de la toiture, en particulier des surfaces vitrées, c'est-à-dire des fenêtres.

Il est évident que les deux premières mesures et la quatrième ne peuvent être envisagées qu'au stade de l'étude, les deux premières souffrant même de sévères restrictions.

On peut en revanche toujours, au stade de l'étude, choisir d'isoler suffisamment un bâtiment neuf ; c'est une mesure qui amène inmanquablement

### Bibliographie

LIÉNARD, P. ; FRANÇOIS, P. : *Acoustique industrielle et environnement*, vol. 1, Acoustique physique et perceptive, Editions Eyrolles, Paris, 1983.

JOSSE, R. : *«Notions d'acoustique» à l'usage des architectes, ingénieurs et urbanistes*, Editions Eyrolles, Paris, 1977.

BRUNEAU, M. : *Introduction aux théories de l'acoustique*, Université du Maine, Le Mans, 1983.

PONSONNET, P. : *Bruit des ventilateurs et calcul acoustique des installations aérodynamiques*, Dunod, Paris, 1974.

LIÉNARD, P. : *Décibels et indices de bruit*, Masson éditeur, Paris, 1978.

PUJOLLE, J. : *Lexique-guide d'acoustique architecturale*, Editions Eyrolles, Paris, 1971.

BRAUNE, B. : *Acoustique «Documentation Bois»*, chap. 4 Bases physiques,

Lignum Union suisse en faveur du bois, Zurich, 1974.

FASE 75, *Premier congrès européen d'acoustique sur le thème «Le bruit des machines et l'environnement»*, publié par le Groupement des acousticiens de langue française GALF, CNET, rte de Trégastel, 22301 Lannion, France.

LIÉNARD, P. ; FRANÇOIS, P. : *Acoustique industrielle*, édité sous l'égide du GALF par Naturalia et Biologia, Paris, 1972.

Collectif d'auteurs (sous la direction de W. Schirmer) : *Lärmbekämpfung*, Verlag Tribüne, Berlin, 1971.

KURTZE, G. : *Physik und Technik der Lärmbekämpfung*, G. Braun Verlag, 2<sup>e</sup> édition, Karlsruhe, 1975.

FURRER, W. ; LAUBER, A. : *Raum- und Bauakustik, Lärmbekämpfung*, Birkhäuser Verlag, Bâle, 1972.

HECKL, M. ; MÜLLER, H. A. : *Taschenbuch der Technischen Akustik*, Springer Verlag, Berlin, 1975.

SCHMIDT, K. P. : *Lärmarm Konstruieren – Beispiele für die Praxis*, rapport de recherche N° 129, à la demande du Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung, édité par le Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung, Dortmund, 1974.

BERANEK, LEO L. : *Noise and Vibration Control*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1971.

HARRIS, C. M. : *Handbook of Noise Control*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1957.

*Lärmarmkonstruieren*, VDI-Bericht 239, VDI-Tagung Stuttgart 1975, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.

*VDI-Richtlinien für den Bereich «Lärm-minderung»*, qu'on peut obtenir auprès de Beuth Vertriebs GmbH, Berlin et Cologne.

*VDI-Berichte für den Bereich «Lärm-minderung»* ; à commander à VDI-Verlag, case postale 1139, D-4 Düsseldorf 1.

de bons résultats quand elle procède d'une bonne évaluation de la situation. Quant à l'orientation optimale par rapport aux sources de bruit, elle mérite d'être examinée de cas en cas compte tenu des exigences thermiques, climatiques et d'éclairage.

Enfin la création d'obstacles artificiels peut être envisagée aussi bien pour les bâtiments existants que pour des constructions neuves. Mais ces obstacles - écrans antibruit, couverture de route, etc. - ne se révèlent efficaces que lorsque la source de bruit est bien circonscrite et que les bâtiments à protéger sont de faible hauteur. On ne peut par exemple pas se protéger par un écran antibruit d'un avion volant à basse altitude. Pas plus qu'on ne peut isoler du bruit un hôtel de plusieurs étages en pleine ville en érigeant un mur de protection. Mais la construction d'obstacles artificiels est un moyen efficace pour la protection de quartiers en bordure de routes principales, d'autoroutes ou de lignes de chemin de fer si les immeubles y ont un ou deux étages - comme le démontrent les expériences faites en Suisse et à l'étranger dans ce domaine.

Dans nombre d'autres cas, la seule solution possible consiste à prendre des mesures d'isolation acoustique au niveau de l'enveloppe extérieure des immeubles. C'est le cas notamment de bâtiments existants tels qu'écoles, immeubles résidentiels ou administratifs, hôtels, hôpitaux, dont la situation géographique est telle qu'aucune autre mesure n'y serait applicable.

Il faut alors commencer par examiner comment améliorer l'isolation acoustique des surfaces vitrées en fonction du niveau sonore maximal qu'on peut admettre dans les locaux concernés.

L'isolation acoustique d'une fenêtre dépend de quatre facteurs :

- genre de vitrage (simple ou multiple, épaisseur du verre, espacement des vitres) ;
- étanchéité de la feuillure de fenêtre et étanchéité entre cadre de fenêtre

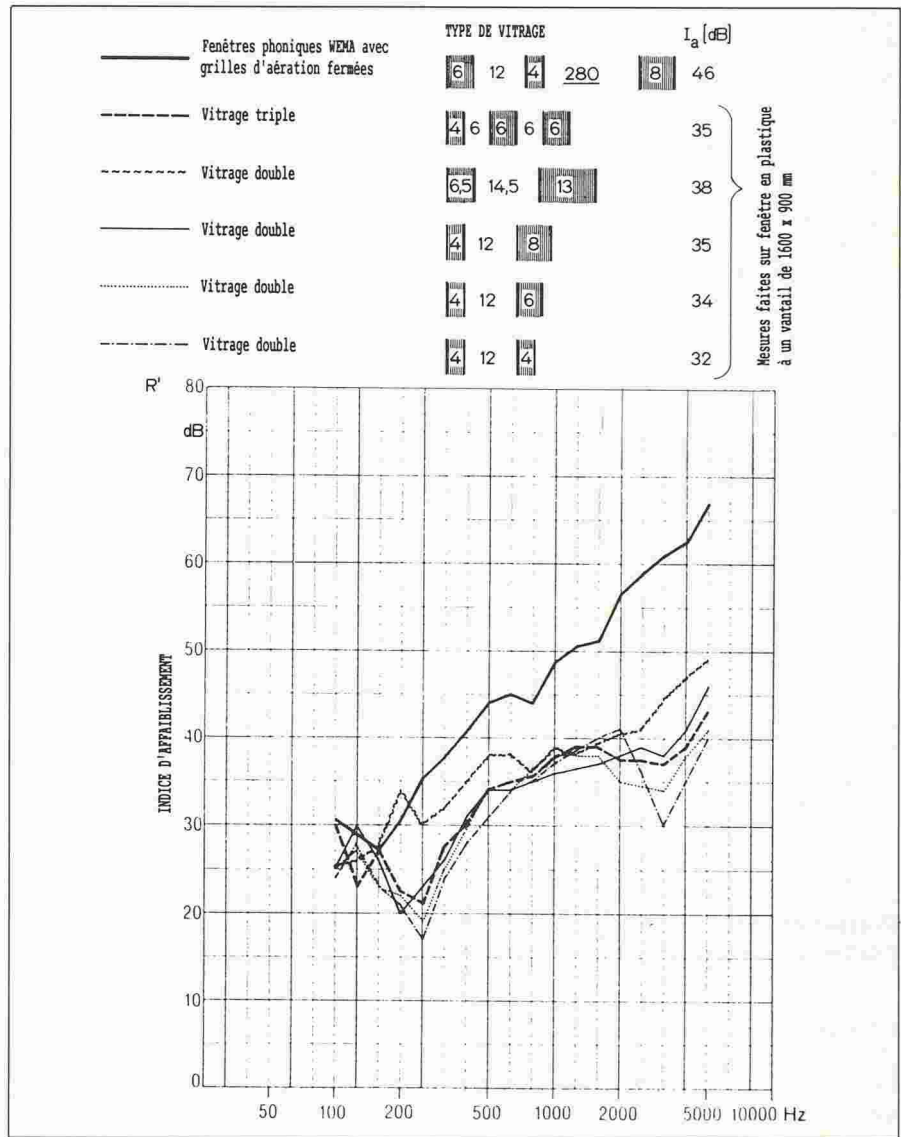


Fig. 9. - Isolation phonique de fenêtres avec différents types de vitrages et excellente étanchéité.

- et mur et autres éléments de raccord (caisson à stores) ;
- mode de fixation des vitrages ;
- conception des profils de l'ouvrant et de ceux du cadre.

Outre le type de vitrage, c'est l'étanchéité des joints qui a le plus d'importance pour assurer une bonne isolation acoustique.

La figure 9 présente la qualité d'isola-

tion phonique que l'on peut obtenir selon différents types de vitrages.

Adresse de l'auteur :

Bernard Braune, physicien EPFZ/SIA  
Bureau d'ingénieurs en acoustique  
et physique du bâtiment  
32, avenue Saint-François  
1950 Sion



Fig. 10. - Élément absorbant Idikell B 208 suspendu dans une usine.



Fig. 11. - Cabine insonorisante Idikell C dans une imprimerie.