

Le bruit dans le milieu industriel/ Lärm in Industrie

Quelques caractéristiques du bruit industriel

P. Rey, R. Pépin, J. Pittard¹

1. Variété des sources de bruit industriel

Le bruit industriel peut être considéré d'abord sous l'angle des sources, fort diverses, qui le produisent. Bruit de moteurs, bruit d'entraînement (qui tend à disparaître avec la disparition des engrenages et rubans d'entraînement classiques), bruit d'échappement, bruit d'écoulement, bruits provenant des machines à main ou des machines-outils, la liste des bruits industriels n'a pas de fin.

2. Intensité

Le bruit industriel se caractérise, ensuite, par ses niveaux élevés. On rencontre dans tous les manuels des tableaux du type de celui qui est donné dans cet article où l'on peut voir que les bruits industriels sont situés au haut de l'échelle (tabl. 1).

Niveau de pression acoustique en dB(A)	Lieu ou source sonore
130	Coup de fusil ou pistolet de scellement
120	Marteau piqueur pneumatique
110	Tronçonneuse à chaîne
100	Métier à tisser, scie circulaire
90	Compresseur
80	Machine-outil (à vide)
70	Trafic routier
60	Secrétariat
50	Bureau
40	Chambre de séjour
20	Studio d'émission (radio)
0	Seuil d'audibilité

Tabl. 1. Quelques niveaux de pression acoustique suivant le lieu et la source. (Extrait des Cahiers suisses de la sécurité du travail, CNA, No 113, septembre 1973–janvier 1974)

La CNA a réalisé une vaste enquête dans les entreprises suisses, mesurant le bruit de nombreuses machines et installations. Des formules sont ainsi à

disposition des entreprises réunissant les niveaux sonores par secteur. Un exemple en est donné au tableau 2 pour une fabrication particulièrement bruyante: l'industrie textile.

Niveau équivalent continue de pression acoustique L_{eq} dB(A)	Département de production de la fabrication de tapis et nattes ou machines
inf. à 90	Teinturerie et apprêtage
90 et plus	Machines à retordre, bobinoirs
100	Métiers à tisser les nattes
110	Métiers à tisser à navette
95	Tondeuse à nattes
inf. à 90	Confection des tapis

Tabl. 2. Quelques niveaux sonores de l'industrie textile. (Extrait des tableaux des niveaux sonores, CNA, Uh 435/3.1.f.)

Les niveaux sonores moyens aux machines et installations industrielles sont indiqués, par convention internationale, en dB(A). Cette mesure est obtenue par l'intermédiaire d'un filtre qui atténue les basses et les hautes fréquences, s'ajustant ainsi au mieux à la sensibilité différentielle de l'oreille. Le lecteur trouvera dans les feuillets de la CNA la représentation graphique de l'atténuation des fréquences pour différents filtres y compris la courbe A. Les sonomètres que l'on trouve communément sur le marché sont munis de filtres A standardisés. La mesure du bruit dont on veut vérifier la nocivité doit se faire à la hauteur de l'oreille du travailleur exposé.

3. Composition spectrale

La connaissance de la répartition spectrale du bruit provenant de machines ou d'installations industrielles est importante quand il s'agit d'orienter la prévention. Si l'on se soucie, comme dans l'industrie automobile, de réduire le bruit du moteur et des transmissions, l'analyse de chaque fréquence est nécessaire. Il existe actuellement des appareils qui fournissent d'emblée une représentation spectrale d'un bruit sur un écran de visualisation. En hygiène industrielle, on se contente

¹ Institut de médecine sociale et préventive, Unité de médecine du travail et d'ergonomie, Université de Genève, 1211 Genève 4.

du tiers d'octave ou même de l'octave. La plupart des sonomètres courants comportent un analyseur par bandes d'octave. C'est cette représentation que nous utilisons ici.

Prenons une machine de l'industrie du bois: une *dégauchisseuse*. Sa tonalité, liée à sa composition spectrale, s'élève quand elle est en charge (fig. 1). On peut utiliser cette même machine en vue d'une autre opération. La figure 2 montre le changement de composition spectrale durant l'opération «tirer d'épaisseur». L'intensité moyenne a passé de 80 dB(A) à vide à 98 dB(A) en charge.

Dans le cas d'une *scie circulaire*, autre machine importante dans l'industrie du bois, la vitesse de rotation va aussi modifier la composition en fréquences du bruit émis, comme l'indique la figure 3. Quand nous comparons la *dégauchisseuse* et la *scie circulaire*, nous constatons que pour un niveau moyen sensiblement égal, la tonalité de la scie est beaucoup plus désagréable à l'oreille que la tonalité de la *dégauchisseuse*.

Il faut se rappeler que les hautes fréquences sont aisément absorbées par les matériaux poreux et que par exemple, pour l'industrie du bois, si par ailleurs les poussières sont évacuées, des panneaux antibruit peuvent apporter une certaine réduction des émissions sonores.

L'analyse par octave est requise si l'on se réfère aux normes ISO de protection des travailleurs.

4. Combinaison des bruits

En situation réelle de travail, il est exceptionnel qu'un travailleur ne soit soumis qu'au bruit de sa machine. Au contraire, le bruit au niveau de l'oreille de l'opérateur est une combinaison de bruits provenant de multiples sources. Lorsque sa machine s'arrête, l'opérateur est encore exposé au bruit de fond.

Les niveaux acoustiques en décibels doivent tout d'abord être exprimés sous forme de carrés des pressions correspondantes avant d'être additionnés. Si une machine émet un bruit de 80 dB et que l'on fait fonctionner simultanément une autre machine émet-

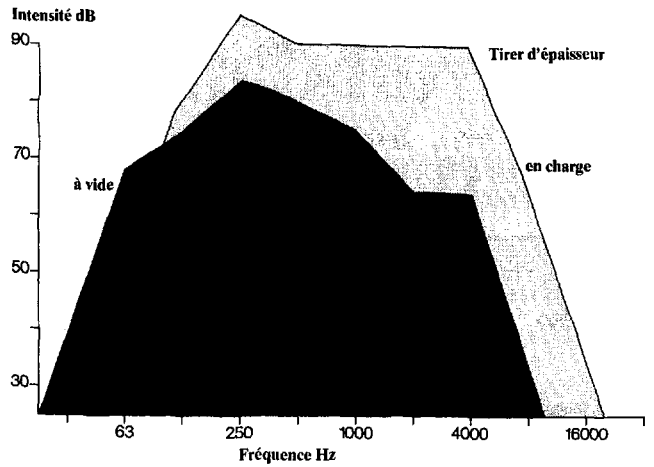


Fig. 2. Représentation spectrale du bruit d'une dégauchisseuse durant l'opération «tirer d'épaisseur» dans deux conditions: à vide et en charge

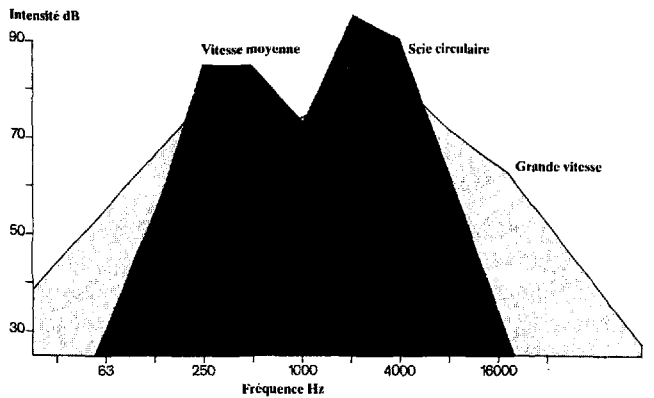


Fig. 3. Représentation spectrale du bruit émis par une scie circulaire tournant à deux vitesses différentes

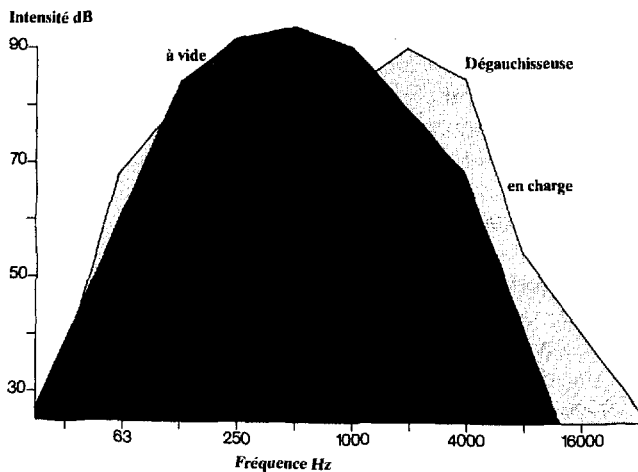


Fig. 1. Représentation spectrale du bruit émis par une dégauchisseuse dans deux conditions: à vide et en charge

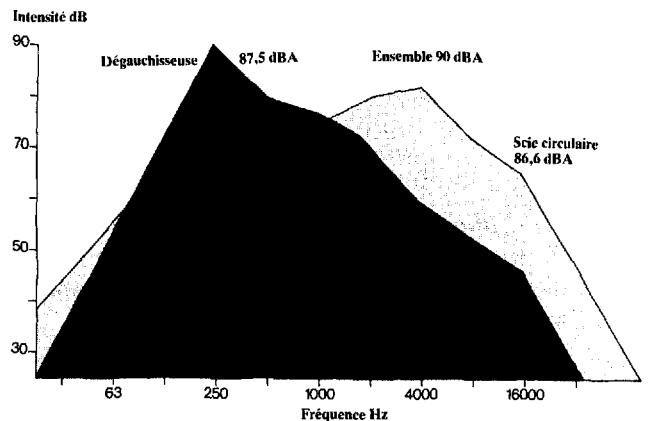


Fig. 4. Représentation spectrale du bruit provenant de deux machines de l'industrie du bois: dégauchisseuse et scie circulaire. Le bruit produit par chacune des machines est indiqué, ainsi que la somme des deux bruits

tant aussi 80 dB, l'intensité totale ne s'élève pas à 160 dB mais à environ 83, selon la formule:

$$L = 10 \log_{10}(10^8 + 10^8) = 10 \log_{10} 2 + 80 = 10 \times 0,301 + 80 = 83 \text{ dB}$$

Un diagramme d'addition et de soustraction sonore permet d'éviter ces calculs [1]. En hygiène industrielle, ce phénomène est capital puisqu'il signifie que pour réduire le bruit à l'oreille de l'opérateur, il s'agira de traiter toutes les sources les plus bruyantes. Voir l'addition de deux bruits proches par l'intensité et différents par la composition spectrale à la figure 4.

5. Distribution au cours du temps

Le *bruit continu*, par définition, ne connaît pas de fluctuations au cours du temps. C'est par exemple le cas d'une installation de compresseurs. Le *bruit intermittent* fluctue au cours du temps. Il peut s'agir d'un bruit qui s'interrompt complètement durant des périodes plus ou moins longues, ou d'un bruit qui augmente ou diminue selon un cycle toujours répété (machines travaillant alternativement à vide ou en charge). Il peut s'agir encore d'un bruit qui varie de manière irrégulière, comme l'émission d'un jet d'air par une soufflette.

De manière à exprimer l'exposition de l'oreille pendant une journée de travail en dépit de ces fluctuations, on peut mesurer le bruit en *niveau équivalent* (L_{eq}), une valeur que fournissent actuellement la plupart des sonomètres qu'on trouve sur le marché (fig. 5). Le dosimètre, pour le sujet qui le porte, indique son exposition pendant la durée du travail. Il peut être

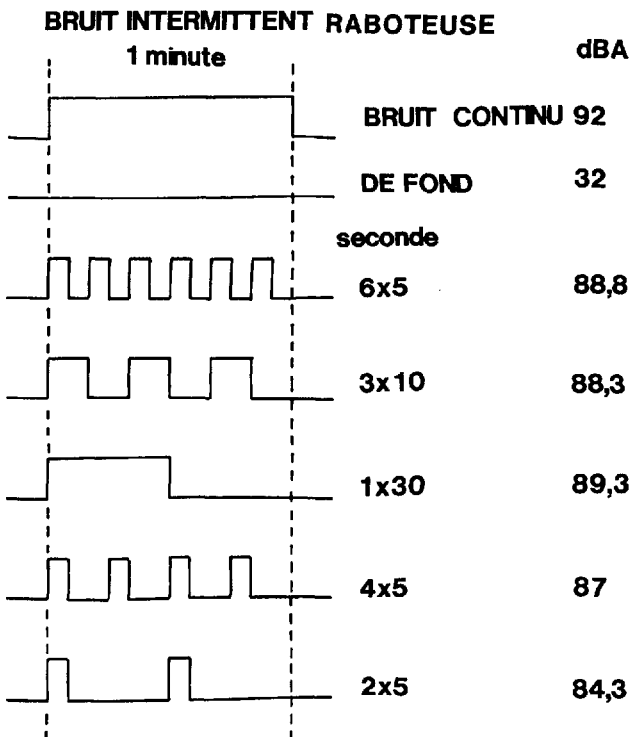


Fig. 5. Représentation graphique d'un bruit continu et de bruits intermittents de différents types avec indication du niveau équivalent en dB(A)

muni d'un avertisseur d'intensité afin que le travailleur se protège d'un excès temporaire de bruit. Une autre utilisation des dosimètres est de connaître l'exposition globale durant une journée de travail, d'opérateurs soumis à une étude épidémiologique. Le *bruit d'impact* présente un profil tout à fait particulier.

6. Atténuation avec la distance

Le bruit diminue avec l'éloignement de la source. A la figure 6, la courbe inférieure représente la réduction du bruit d'une tronçonneuse à chaîne dans un milieu semi-ouvert, à l'extérieur du bâtiment.

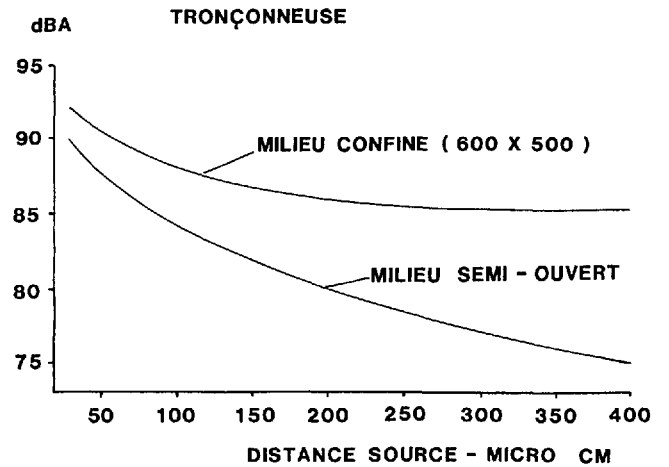


Fig. 6. Réduction du bruit d'une tronçonneuse à chaîne avec la distance entre la source et le microphone dans deux situations: atelier (milieu confiné) et le long du bâtiment

On remarque que le bruit de cette même machine s'atténue beaucoup moins avec l'éloignement entre la source et le microphone dans un milieu fermé, atelier de 30 m². Il est donc difficile d'évaluer l'exposition réelle que subira un opérateur de la seule connaissance du bruit émis par sa machine, comme on pourrait la déduire du tableau 2. C'est pourquoi on peut prétendre que le dosimètre portable, qui tient compte du changement d'exposition quand l'ouvrier se rapproche ou s'éloigne de la source de bruit donne la meilleure image du risque qu'il encourt durant sa journée de travail, sous réserve des bruits d'impact qui ne seront pas intégrés par ce genre d'appareils dans leur état actuel de développement.

Conclusion

Du point de vue de l'assurance qui couvre la surdité professionnelle, le bruit industriel est un bruit de haute intensité auquel le travailleur est soumis pendant de longues périodes. Mais si l'on pense à d'autres effets du bruit, comme la gêne à la communication dont on pourrait montrer l'importance pour la sécurité, il faut savoir tenir compte de bruits d'intensité bien inférieure à 90 dB(A). Des bruits sourds, sans danger pour l'oreille interne, mais répétés, peuvent représenter, comme il nous est arrivé de le constater dans un atelier, une source d'énervernement non négligeable pour

les opérateurs. Des bruits soudains dont le niveau sonore ne représenterait en rien un risque pour l'oreille, peuvent cependant, en milieu de production, constituer une raison de gêne, de fatigue et d'énervement.

Sur le plan ergonomique, il ne faut pas oublier non plus que le changement d'un bruit de moteur peut signaler à l'opérateur un changement de régime de celui-ci, l'apparition d'une défectuosité, etc. Dans le cas même où l'on pourrait prétendre que cette modification est un indicateur impropre de la marche d'une machine, la lutte antibruit ne devrait pas enlever à l'opérateur l'utilisation d'un critère qui lui apparaît au moins comme rassurant.

En bref, nous pensons que la mesure et l'analyse du bruit industriel, en plus des procédures normalisées qui sont celles de l'hygiène et de la sécurité, devraient être envisagées en vue de l'aménagement rationnel du poste de travail et de la tâche, de la manière la plus souple. Nous ne pouvons que recommander aussi que les mesures du bruit soient accompagnées de questions aux opérateurs concernant leur gêne, et cela d'autant plus que les bruits mesurés se situent au-dessous de la zone dangereuse. En effet, la conception des postes et l'amélioration des conditions de travail ont beaucoup à apprendre des appréciations subjectives des opérateurs et du «vécu» au lieu de travail.

Résumé

La littérature sur le bruit industriel étant d'une grande richesse, notre article ne vise qu'à rappeler les caractéristiques principales du bruit en situation de production. Le bruit industriel se caractérise par sa haute intensité, par les multiples sources qui l'engendrent de telle sorte que l'appréciation du risque suit certaines règles: par exemple, l'emplacement du microphone au niveau de l'oreille du travailleur exposé. Le bruit industriel peut être émis de manière continue et, dans ce cas, une seule mesure sera représentative de l'exposition du travailleur, ou fluctuer au cours du temps. C'est pourquoi les nouveaux appareils de mesure sont munis d'un système intégrateur qui fournit la valeur de pression sonore en niveau équivalent. L'unité de mesure du bruit industriel diminue avec l'éloignement de la source de manière différente, selon qu'on a affaire à un milieu plus ou moins confiné.

L'article se termine par quelques recommandations. D'après les auteurs, la mesure traditionnelle du bruit imposée par la protection de l'oreille interne doit être complétée par d'autres analyses, y compris l'appréciation subjective de la gêne, pour permettre l'aménagement ergonomique des places de travail et des tâches effectuées en milieu bruyant.

Zusammenfassung

Einige Eigenschaften von Industrielärm

Das Schrifttum über Lärm ist so reichhaltig, dass die vorliegende Arbeit nur die hauptsächlichsten Eigenschaften des Lärm anlässlich seiner Entstehung wiederholen möchte.

Der Industrielärm ist durch seine hohe Intensität, wie auch durch seine vielfältigen Ursachen gekennzeichnet. Daher sind der Bewertung der damit verbundenen Gefährdung gewisse Vorschriften auferlegt: zum Beispiel Stellung des Mikrophons auf gleicher Höhe wie das Ohr des gefährdeten Arbeiters. Die Lärmerzeugung durch industrielle Betriebe kann ununterbrochen vor sich gehen. In diesem Falle wird eine einzige Messung die Belästigung des betreffenden Arbeiters hinreichend darstellen. Andererseits kann jedoch eine solche Lärmerzeugung auch zeitliche Schwankungen aufweisen. Deshalb ist in den neueren Messapparaten eine Integrationsvorrichtung eingebaut, die den Schalldruck umgerechnet in äquivalenten Schallwerten angibt. Die Messeinheit für den Industrielärm berücksichtigt die auf die verschiedenen Schallfrequenzen abgestimmte Empfindlichkeit des menschlichen Ohres. Gewählt wurde dafür das dB(A), welches sich heute allgemein eingebürgert hat. Der Industrielärm nimmt mit wachsender Entfernung von der Lärmquelle auf unterschiedliche Art ab, je nachdem ob es sich um einen mehr oder weniger verschlossenen Raum handelt.

Die vorliegende Arbeit schliesst mit einigen Empfehlungen. Die Autoren vertreten die Ansicht, dass die landläufige Lärmmessung hinsichtlich der Schutzmassnahmen für das innere Ohr durch weitere Analysen – einschliesslich der subjektiven Beurteilung der Hinderung durch den Lärm – vervollständigt werden sollte. Dies würde eine ergonomische Einrichtung des Arbeitsplatzes, bzw. einen ergonomischen Ablauf des Arbeitsvorganges in einer dem Lärm ausgesetzten Umgebung erlauben.

Summary

Some Characteristics of Industrial Noise

In this paper, broad characteristics of industrial noise are recalled briefly. High levels and multiple sources require special rules for the measurement of risk, such as the location of microphones at the height of the worker's ear. Industrial noise is either continuous-, and in such case one measurement is enough to evaluate the amount of risk for the inner ear-or fluctuates with time. This is the reason why noise level meters which integrate noise levels along time, must be used in many industrial situations and risk expressed in equivalent level. The unit for industrial noise is the dB(A) which is now universally admitted as reflecting satisfactorily the differential sensitivity of the ear. Lastly, the worker's exposure is also determined by the size (among other factors) of the workshop in which the noise source is located.

Authors recommend that noise measurement in industry should not be limited to hygienic purposes and protection against industrial deafness but extended to other requirements of workers. In this respect, physical noise level measurement should be considered as one part of a noise abatement program and be completed by a survey on workers feeling of disturbance and uneasiness.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la direction de l'Usine des Charmilles à Genève, qui a bien voulu leur permettre d'effectuer des mesures de bruit dans ses ateliers.