

12.6 Impact sonore des accélérateurs

En présence d'un niveau sonore de 98 à 100 dB(A), des personnes distantes de 50 à 60 cm ne peuvent communiquer qu'en criant. Des niveaux sonores élevés occasionnent également des dommages auditifs : une personne soumise à 100 dB(A) souffrira de dommages auditifs permanents après environ 5 minutes, et une personne soumise à 90 dB(A) souffrira de dommages auditifs permanents après environ 45 minutes. Les niveaux sonores des accélérateurs peuvent aussi masquer les avis ou les instructions données par des haut-parleurs dans le tunnel en cas d'accident.

Bien que les normes varient dans ce domaine, on recommande généralement d'éviter des niveaux sonores durables supérieurs à 90 dB(A) et de ne pas dépasser un niveau sonore maximal de 95 dB(A). Ces niveaux sont acceptables pour les usagers sortis de leurs véhicules, les équipes de secours et le personnel travaillant dans le tunnel. Les itinéraires d'évacuation doivent présenter des niveaux sonores bien moins élevés, par exemple un maximum de 80 dB(A).

Les modèles de calcul des niveaux de bruit doivent prendre en compte les caractéristiques sonores des accélérateurs, les coefficients d'absorption des matériaux de revêtement du tunnel, le coefficient élevé de réflexion des parois du tunnel, ainsi que l'absorption du bruit par l'air du tunnel pour des distances supérieures à 100 m. Une réduction significative du niveau sonore peut être apportée par une conception adéquate du système d'accélérateurs et un fini convenable du revêtement de la chaussée, des parois et du plafond.

La dimension des atténuateurs phoniques nécessaires dépend du nombre d'appareils par groupe d'accélérateurs, de la taille de ces accélérateurs et du type de revêtement du tunnel. Cependant, dans la pratique courante, la longueur d'un atténuateur de son est normalement de 1,5 à 2 fois le diamètre interne de l'accélérateur. Les expériences ont montré qu'un atténuateur de plus grande longueur améliore légèrement l'efficacité de l'accélérateur.

Les accélérateurs émettent des niveaux sonores élevés pour presque toutes les bandes de fréquence, mais celles des 500 Hz, 1 000 Hz et 2 000 Hz sont les plus importantes pour la parole. La transmission de la voix par un système de haut-parleurs sera intelligible si une différence d'au moins 10 dB est maintenue entre le signal parlé et le niveau sonore des accélérateurs aux fréquences ci-dessus, et éventuellement aussi pour 4 000 Hz.

12.6 Sound impact of jet-fans

At a noise level of 98-100 dB(A), people within a distance of 50-60 cm can only communicate by shouting. High noise levels will also cause ear damage: a person subjected to 100 dB(A) will suffer permanent ear damage after about 5 minutes, and a person subjected to 90 dB(A) will suffer permanent ear damage after about 45 minutes. Jet fan noise levels may also drown out warnings or instructions being transmitted by tunnel loudspeaker systems in the event of an accident.

Although standards vary, it is generally recommended to avoid sustained noise levels higher than 90 dB(A), and a maximum noise level up to 95 dB(A). These levels are acceptable for road users who are outside of their vehicles, rescue workers and tunnel personnel. Escape routes should have much lower sound levels, say a maximum of 80 dB(A).

Noise level calculation models should take into account the noise characteristics of the jet fan, absorption coefficients of the tunnel lining materials, high order reflections on the tunnel walls, and noise absorption by the tunnel air for distances more than 100 m. Significant noise level reduction can be achieved with proper jet fan system design and suitable finishing of road pavement, walls and ceiling.

The size of the required sound attenuators depends on the number of jet fans per cluster, the size of the jet fans, and the tunnel lining type. In common practice, however, sound attenuator length is typically 1.5 to 2 times the internal diameter of the jet fan. Experiments have shown that a longer sound attenuator will slightly improve the jet fan's efficiency.

Jet fans produce high noise levels in almost all frequency bands, but the 500 Hz, 1,000 Hz and 2,000 Hz frequency bands are important for speech. The speech transmission of a loudspeaker system will be intelligible if a difference of at least 10 dB is maintained between the speech signal and the jet fan noise level at these frequencies, and possibly at 4,000 Hz as well.

La Figure 12.6.1 montre la relation entre le bruit émis par un accélérateur et la communication.

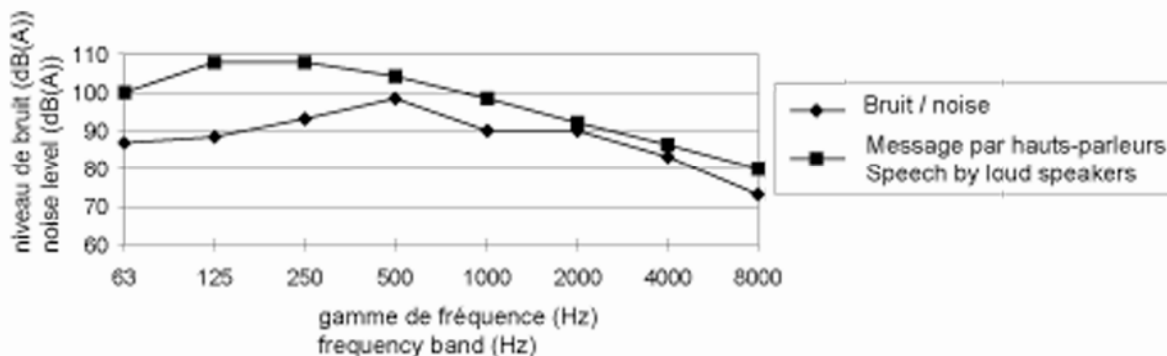


Figure 12.6.1 - Niveau de bruit des accélérateurs dans un tunnel

Le niveau de la voix présenté est le niveau maximal recommandé pour un système de haut-parleurs. Un niveau plus élevé rendrait la compréhension difficile pour les usagers. Pour les bandes de fréquence importantes de 500 à 2,000 Hz, la différence entre les niveaux sonores est peu élevée (moins de 10 dB), la transmission de la voix est donc de mauvaise qualité. Dans cet exemple, des atténuateurs phoniques sont nécessaires pour réduire les niveaux de bruit des accélérateurs dans les bandes de fréquence de 500, 1 000 et 2 000 Hz. Le signal parlé peut également être amplifié dans ces mêmes bandes, mais cela demanderait une réduction dans les autres bandes de fréquence, de façon à obtenir le même niveau sonore combiné en dB(A).

Considérations acoustiques pour la conception des accélérateurs

Il faut veiller à limiter les sources sonores internes d'un accélérateur. Il faut éviter autant que possible les arêtes aiguës et les trous de petites dimensions à l'intérieur de l'appareil, car ils sont une source de bruit pour des vitesses de l'air dans une fourchette de 30 à 40 m/s.

Si l'on a recours à des aubes de déflexion, il faut veiller au bruit qu'elles produisent. Des aubes plates simples produisent des niveaux sonores élevés dans un jet d'air de 30 à 40 m/s, principalement pour la plage importante de fréquence de 2 000 à 4 000 Hz. On obtient de bons résultats avec des aubes en forme d'ailes.

En définitive, plus le nombre d'aubes est grand, plus le bruit produit par l'accélérateur est élevé. Il est donc recommandé de ne pas prévoir plus de 3 ou 4 aubes en avant de la sortie de l'accélérateur.

Figure 12.6.1 shows the relationship between jet fan noise and communication.

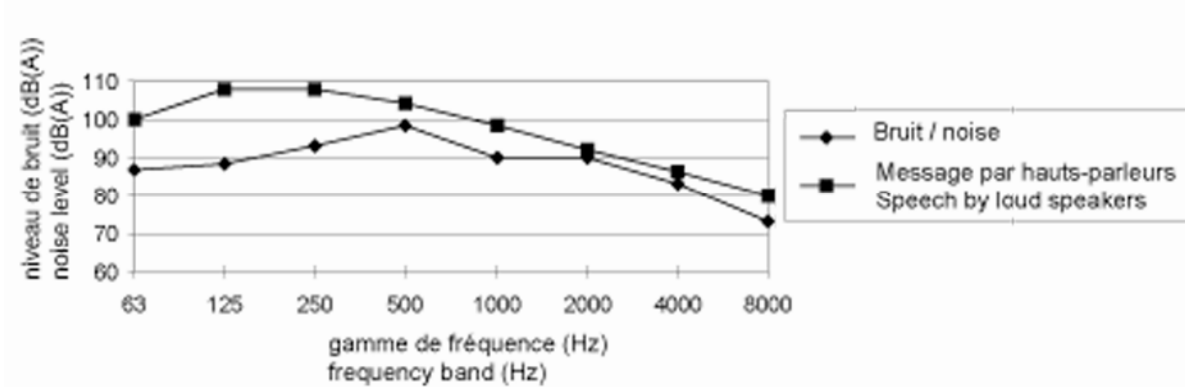


Figure 12.6.1 - Noise level of jet fans in a tunnel

The speech level shown is the maximum level recommended for a loudspeaker system. A higher level by a loudspeaker system would be difficult for road users to understand. In the important frequency bands of 500 to 2,000 Hz, the difference between the noise levels is small (less than 10 dB), thus the speech transmission is poor. In this example, sound attenuators are needed to reduce the jet fan noise levels in the 500, 1,000 and 2,000 Hz frequency bands. The speech signal could also be amplified in those same bands, but this would require a reduction in the other frequency bands to reach the same dB (A)-combined loudspeaker sound level.

Jet Fan Design Noise Considerations

Attention must be given to lowering the internal sound sources of the jet fan. Sharp edges and small holes inside the jet fan should be avoided as much as possible, because these are sources of noise when air velocities are in the range of 30-40 m/s.

If deflection blades are used, attention should be given to the noise produced by the blades. Simple flat blades in an air stream of 30-40 m/s produce high noise levels, mainly in the important 2,000 – 4,000 Hz frequency range. Good results can be obtained by using wing-formed blades.

Finally, the greater the number of blades, the greater the noise produced by the fan. It is therefore recommended to use no more than 3 or 4 blades in front of the jet fan outlet.