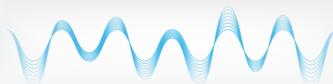
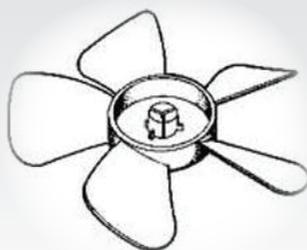


INSTALLATION DES VENTILATEURS

Guide Pratique

ALAIN GUEDEL
FRANÇOIS BESSAC



ACOUSTIQUE

Ce guide a pour objet de présenter quelques notions et recommandations simples sur l'acoustique des ventilateurs. Le but est notamment de montrer comment mieux installer un ventilateur afin d'en minimiser le bruit.

1. RAPPELS D'ACOUSTIQUE

◆ Différence entre niveaux de pression et de puissance acoustiques

- Le **niveau de puissance acoustique**, L_w (en dB) représente le bruit produit intrinsèquement par la source de bruit, indépendamment de son environnement.
- Le **niveau de pression acoustique**, L_p (en dB) représente le niveau sonore résultant, celui qui est perçu par l'oreille ou par l'instrument de mesure. Il dépend du niveau de puissance acoustique de la source et de l'environnement entre la source et l'auditeur (volume fermé ou non, absorption acoustique, distance à la source).

Il existe un risque de confusion entre ces deux grandeurs puisque leurs niveaux sont tous deux exprimés en décibels, même si l'unité physique de la puissance acoustique est le Watt et celle de la pression acoustique est le Pascal.

Une relation générale permet de relier ces deux grandeurs, en fonction de la distance d'écoute et de l'environnement :

$$L_p = L_w + 10 \lg \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right)$$

lg est le logarithme en base 10

L_p	niveau de pression acoustique (dB)
L_w	niveau de puissance acoustique (dB)
r	distance entre la source et l'observateur (m)
Q	facteur de directivité lié au positionnement de la source
	$Q = 1$: source éloignée du sol ou de toute paroi

$Q = 2$: source près d'une paroi réfléchissante (posée au sol ou sur un mur)

$Q = 4$: source près de deux parois réfléchissantes

$Q = 8$: source près de trois parois réfléchissantes

R constante de la salle qui tient compte de la réverbération du local (m^2) avec $R = \frac{S \cdot \bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}}$

S surface totale des parois de la salle, murs + sol + plafond (m^2)

$\bar{\alpha}$ coefficient d'absorption acoustique moyen de la salle.

Exemples :

- Bureau type de volume $60 m^3$:
 $S = 97 m^2$ et $\bar{\alpha} = 0,2$ d'où $R = 24 m^2$

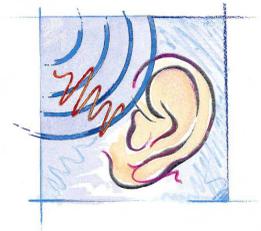
Le terme :

- $\frac{Q}{4\pi r^2}$ est relatif à la propagation directe du son entre la source et l'auditeur.
- $\frac{4(1-\alpha)}{S\alpha}$ est relatif à la propagation dans un volume fermé, et inclut la réverbération. Si l'on se trouve à l'extérieur, ce terme est sans objet.

◆ Pondération A

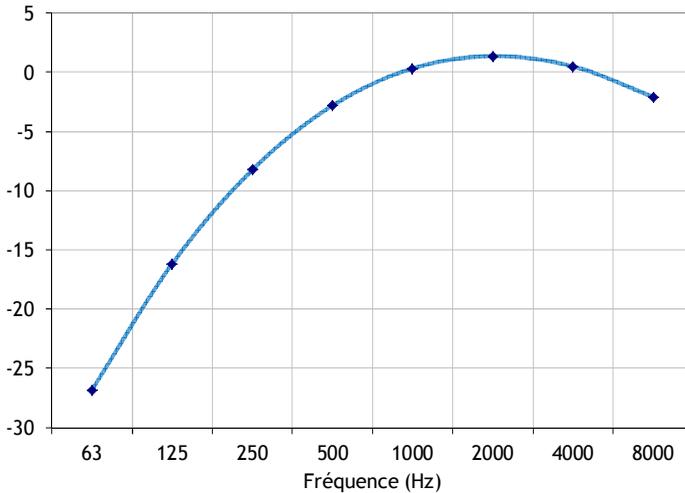
Si le spectre en dB correspond au niveau physique émis, le spectre pondéré (A) en dB(A) correspondant à celui qui est perçu, prenant en compte la réponse de l'oreille qui est moins sensible aux basses fréquences.

La pondération A dépend de la fréquence, elle est ajoutée au spectre en dB que l'on souhaite pondérer.



Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Pondération A (dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1

Pondération A (dB)



Exemple de calcul de pondération (A) d'un spectre:

Spectre linéaire (dB)		77	67	59	54	53	50	49	45
Spectre pondéré (dB(A))		50.8	50.9	50.4	50.8	53	51.2	50	43.9

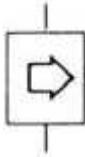
◆ **Bruit de fond** : il correspond au bruit existant dans la zone de mesure, lorsque le ventilateur est à l'arrêt.

Si le niveau de bruit de fond est élevé, la mesure du bruit du ventilateur peut être impossible.

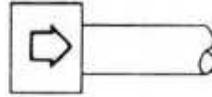
Pour effectuer une mesure correcte, l'écart entre le niveau de bruit du ventilateur et le niveau de bruit de fond doit être au minimum de 6 dB.

2. DE QUOI DÉPEND LE BRUIT D'UN VENTILATEUR DONNÉ ?

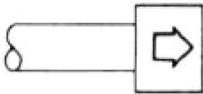
- de son type de raccordement (type A, B, C ou D),



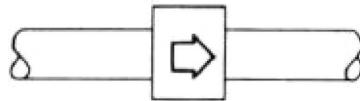
Type A



Type B



Type C



Type D

- de son installation dans le circuit et la géométrie du circuit,
- de l'emplacement de la mesure :
 - bruit d'enveloppe
 - bruit rayonné par les ouvertures (à proximité du ventilateur, un ventilateur non raccordé est nettement plus bruyant qu'en ventilateur raccordé),
- de la vitesse de rotation n et du diamètre de la roue D (formule approchée) :

$$L_w = L_{w_0} + 50 \lg \left(\frac{n}{n_0} \right) + 70 \lg \left(\frac{D}{D_0} \right)$$

où L_{w_0} (en dB) dépend du type et de la géométrie du ventilateur (n_0 et D_0 valent 1)

- du point de fonctionnement sur la courbe aéraulique. En général, le niveau de bruit est minimum au voisinage du point de rendement optimum.

Remarque : les niveaux de bruit des ventilateurs donnés par les constructeurs sont mesurés suivant des codes d'essais normalisés (NF ISO 13347 parties 1 à 4, NF ISO 5136).

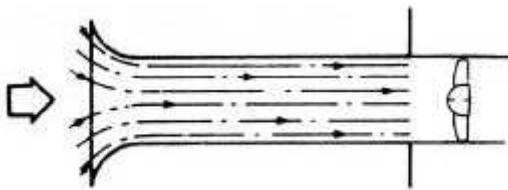
Une fois installé dans un circuit, un ventilateur peut parfois émettre un niveau de bruit très différent de celui mesuré dans des conditions normalisées, du fait des effets d'installation.

3. COMMENT INSTALLER UN VENTILATEUR POUR MINIMISER SON NIVEAU SONORE ?

Le but est de réduire au maximum les pertes de charge du circuit car le bruit du ventilateur augmente avec la pression à fournir.

◆ A l'aspiration du ventilateur :

faire en sorte que l'écoulement soit le plus uniforme possible



- pour des ventilateurs raccordés à l'aspiration, longueur droite de conduit préconisée à l'entrée du ventilateur : 3 à 4 diamètres ;
- éviter si possible tout obstacle (vanne, bras, support, ...) à proximité du ventilateur ;
- l'influence des conditions d'installation sur le bruit dépend du type de ventilateur (hélicoïdes particulièrement sensibles aux mauvaises conditions d'alimentation).

Un écoulement non homogène et fortement turbulent à l'entrée du ventilateur peut se traduire par une augmentation de plusieurs dB du niveau global de bruit.

◆ **Au refoulement du ventilateur :**

- éviter tout obstacle en veine à proximité immédiate du ventilateur (distance $\geq 0,5 D$)
- disposer si possible une longueur droite d'au moins $2 D$ en aval du ventilateur.

4. QUELQUES MOYENS DE RÉDUCTION DU BRUIT DES VENTILATEURS

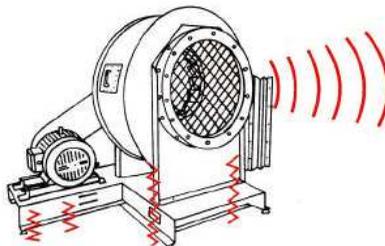
bruit aérien (en général prépondérant)



Ventilateur émet 2 composantes



bruit solidien



Bruit aérien :
bruit rayonné par
les ouïes

Bruit solidien :

vibrations transmises à l'enveloppe et au support qui rayonnent du bruit

◆ **Réduction du bruit aérien :**

Bruit propagé en conduit :

- gaines traitées par revêtement interne acoustique absorbant (action aux hautes fréquences)
- silencieux réactifs (action aux basses fréquences)

- silencieux dissipatifs
 - cylindriques (avec ou sans moyeu)
 - à baffles parallèles

Veiller à ne pas disposer le silencieux à proximité immédiate du ventilateur ($L \geq 3 D$) car les effets d'interaction entre ventilateur et silencieux sont mal maîtrisés.

Bruits d'enveloppe ou traversant les parois des conduits :

- capotage autour du ventilateur (veiller à la ventilation du moteur),
- traitement externe de l'enveloppe et des gaines par matériaux visco-élastiques ou bitumineux, voire systèmes de double peau.

L'utilisation de conduits circulaires est nettement préférable à celle des conduits de section rectangulaire pour réduire le bruit transmis vers l'extérieur en basses fréquences.

◆ Réduction du bruit solidien :

- utilisation de manchettes souples en amont et en aval du ventilateur pour éviter une propagation des vibrations vers les gaines,
- utilisation de plots anti-vibratiles pour désolidariser le ventilateur de son support et de la structure porteuse
- montage du ventilateur sur un massif 3 fois plus lourd que le ventilateur.

Les plots de découplage et/ou les manchettes souples doivent être spécifiquement sélectionnés (s'adresser au fournisseur de ventilateurs ou à un spécialiste).

POUR EN SAVOIR PLUS

- *Guide to Fan Noise and Vibration, HEVAC Association (U.K.) (1984)*
- *Congrès Fan Noise 2007, Lyon, 17-19 Septembre 2007*
- *Congrès Fan 2012, Senlis, 18-20 Avril 2012*
- *Acoustique des ventilateurs (Alain GUEDEL), Editions PYC Livres (1999)*

janvier 2014



CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AÉRAULIQUES ET THERMIQUES

Domaine Scientifique de la Doua - 25, avenue des Arts - BP 52042 - 69603 Villeurbanne Cedex - France
Tél. +33 (0)4 72 44 49 00 - Fax +33 (0)4 72 44 49 49 • www.cetiat.fr - commercial@cetiat.fr