



# Notions aérauliques et acoustiques

## DÉTERMINATION DES DÉBITS D'AIR

### A. Calcul du débit en fonction du taux de renouvellement d'air

$$Q_v = V_{loc} \times Rh \text{ (m}^3\text{/h)}$$

**V<sub>loc</sub>** : volume du local en m<sup>3</sup>  
**Rh** : renouvellement d'air par heure

### B. Calcul du débit nécessaire à l'évacuation de la vapeur d'eau

$$Q_v = \frac{V_{ab}}{\Delta\chi \times \rho} \text{ (m}^3\text{/h)}$$

**V<sub>ab</sub>** : quantité de vapeur d'eau en g/h  
**Δχ** : écart entre la teneur en eau de l'air extrait et la teneur en eau de l'air insufflé en g/h  
 (Ex : dans le cas des cuisines professionnelles, Δχ = 6 g d'eau/kg d'air sec)  
**ρ** : masse volumique de l'air en kg/m<sup>3</sup> (à 20 °C et 1013 mbar, ρ air = 1.2 kg/m<sup>3</sup>)

### C. Calcul du débit d'air nécessaire pour assurer le chauffage d'un local ou l'évacuation de la chaleur

$$Q_v = \frac{P_{cal}}{\rho \times Cp \times \Delta T} \times 3600 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

**P<sub>cal</sub>** : puissance calorifique à évacuer ou déperdition calorifique du local.  
**Cp** : chaleur spécifique de l'air en kJ/kg/°K (à 20°C, Cp ≈ 1 kJ/kg/°K)  
**ΔT** : différence entre la température insufflé et la température du local en °K ou °C  
**ρ** : masse volumique de l'air en kg/m<sup>3</sup> (à 20 °C et 1013 mbar, air = 1.2 kg/m<sup>3</sup>)

### D. Calcul de la puissance calorifique nécessaire au réchauffage de l'air

$$P_{cal} = \frac{Q_v \times \rho \times Cp \times \Delta T}{3600} \text{ (kW)}$$

**Q<sub>v</sub>** : Débit d'air en m<sup>3</sup>/h  
**Cp** : chaleur spécifique de l'air en kJ/kg/°K (à 20°C, Cp ≈ 1 kJ/kg/°K)  
**ΔT** : différence entre la température insufflé et la température du local en °K ou °C  
**ρ** : masse volumique de l'air en kg/m<sup>3</sup> (à 20 °C et 1013 mbar, air = 1.2 kg/m<sup>3</sup>)

## CARACTÉRISTIQUES DES VENTILATEURS

### A. Lois de similitudes des ventilateurs

Lorsque l'on fait varier la vitesse d'un ventilateur, alors les caractéristiques de la machine vont évoluer de la manière suivante (lois de similitude) :

$$Q_{v2} = Q_{v1} \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right) \quad \Delta P_2 = \Delta P_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \quad \text{Puis}_2 = \text{Puis}_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3$$

**N** : vitesse de rotation du ventilateur

### B. Notions de puissance

#### ■ PUISSANCE AÉRAULIQUE :

$$P_{aéraulique} = \frac{Q \times \Delta P}{3600} \text{ (W)}$$

**Q** : débit en m<sup>3</sup>/h - **ΔP** : pression en Pa

#### ■ PUISSANCE UTILE :

$$P_{utile} = \frac{P_{aéraulique}}{\eta_{roue} \times \eta_{transmission}} \text{ (W)}$$

**η<sub>roue</sub>** : rendement de la roue du ventilateur  
**η<sub>transmission</sub>** : rendement de la transmission

La puissance utile = puissance placée moteur

Ventilateur à entraînement direct, η<sub>transmission</sub> ≈ 100%  
 Ventilateur poulie courroie, η<sub>transmission</sub> ≈ 95%

#### ■ PUISSANCE ABSORBÉE :

$$P_{abs} = \frac{P_{utile}}{\eta_{moteur}}$$

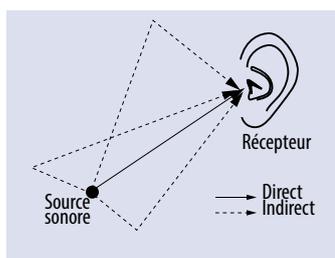
**η<sub>moteur</sub>** : rendement du moteur

La puissance absorbée = puissance électrique consommée par le ventilateur

# Notions aérauliques et acoustiques

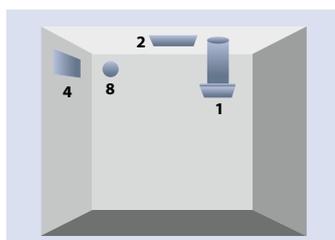
## ACOUSTIQUE DES VENTILATEURS

### A. Notion de pression acoustique et de puissance acoustique



La puissance acoustique - notée  $L_w$  - est le niveau sonore émis par le ventilateur. La pression acoustique - notée  $L_p$  - correspond au niveau sonore ressenti. La pression acoustique n'est donc pas une valeur constante et dépend notamment :

- de la distance par rapport à la source de bruit
  - de l'environnement de l'appareil (surface absorbante ou bien réfléchissante).
- Le niveau sonore ressenti est composé du niveau direct et du niveau reverberé (ondes réfléchies sur les parois) - schéma 1.



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

$\frac{Q}{4\pi r^2}$  représente le niveau sonore direct  
 $r$ : la distance à la source en m  
 $Q$ : la directivité ( $Q=1$  (champs libre hémisphérique); 2 (sur une paroi); 4 (angle de 2 murs); 8 (angle de 3 murs) - schéma ci-contre.

$\frac{4}{R}$  représente le niveau sonore reverberé

$$R = \frac{S \times a}{(S - A)} = \frac{S \times a}{(1 - a)}$$

constante d'absorption du local en  $m^2$  Sabine.

$$S = 2 \times (L \times P + P \times H + H \times L)$$

$$A = \frac{0.16 \times V}{T}$$

Cas d'une source placée sur une surface réfléchissante

$$Q = 2; \frac{4}{R} = 0$$

La formule devient  $L_p = L_w - 20 \log r - 8$  ou  $L_w = L_p + 20 \log r + 8$

La notion de pression acoustique est généralement utilisée pour caractériser le niveau sonore rayonné par un ventilateur.

La notion de puissance acoustique est généralement utilisée pour caractériser le niveau sonore rayonné dans le conduit.

### B. Calculs et corrections acoustiques

#### ■ 1. CORRECTION PUISSANCE ACOUSTIQUE / PRESSION ACOUSTIQUE EN FONCTION DE LA DISTANCE

Cas d'une source placée sur une surface réfléchissante (exemple ventilateur sur un toit terrasse)

$$L_w = L_p + 20 \log r + 8$$

A	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	14.0	17.5	20.0	22.0	23.6	24.9	26.1	27.1	28.0

A: Distance  $r$  en mètre par rapport à la source sonore - B: Ecart entre  $L_w$  et  $L_p$  en dB

#### ■ 2. CORRECTION DE LA PRESSION ACOUSTIQUE EN FONCTION DE LA DISTANCE

$$L_{p2} = L_{p1} + 20 \log \left( \frac{d_1}{d_2} \right)$$

$L_{p1}$ : Pression acoustique mesurée à la distance  $d_1$  de la source sonore

$L_{p2}$ : Pression acoustique mesurée à la distance  $d_2$  de la source sonore

Correction acoustique	Distance $d$ : par rapport à la source (m)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Distance $d_1$ par rapport à la source (m)	1	0.0	6.0	9.5	12.0	14.0	15.6	16.9	18.1	19.1	20.0
	2		0.0	3.5	6.0	8.0	9.5	10.9	12.0	13.1	14.0
	3			0.0	2.5	4.4	6.0	7.4	8.5	9.5	10.5
	4				0.0	1.9	3.5	4.9	6.0	7.0	8.0
	5					0.0	1.6	2.9	4.1	5.1	6.0
	6						0.0	1.3	2.5	3.5	4.4
	7							0.0	1.2	2.2	3.1
	8								0.0	1.0	1.9
	9									0.0	0.9
	10										0.0

Remarque: Doubler la distance entraîne une diminution du niveau sonore de 6 dB

#### ■ 3. ADDITION DE 2 SOURCES SONORES

A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	3	2.6	2.1	1.8	1.5	1.2	1	0.8	0.6	0.5	0.4

A: Ecart entre 2 niveaux sonores - B: Valeur à ajouter au niveau sonore le plus élevé

Remarque: Si 2 sources de bruit sont identiques, le niveau sonore résultant est de +3 dB

Si 2 sources de bruit sont différentes d'au moins 10 dB(A) alors le niveau global n'est pas modifié

#### ■ 4. CORRECTION DE BRUIT DE FOND (SOUSTRACTION DE NIVEAUX SONORES)

C	1	2	3	4	5	6	7	8
D	7	4.2	3	2.2	1.7	1.3	1	0.8

C: Ecart entre le niveau global et le niveau de bruit de fond.

D: Valeur à soustraire au niveau sonore du ventilateur

Remarque: Si le bruit de fond est inférieur de 10 dB au bruit du ventilateur, alors aucune correction n'est nécessaire.

#### ■ 5. CORRESPONDANCE ENTRE DB ET DB(A)

La pondération A correspond à la perception du bruit par l'oreille humaine.

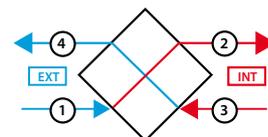
Fréquence Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000
Pondération A	-26	-16	-8.5	-3	0	+1	+1

### RENDEMENT DES RÉCUPÉRATEURS

1: entrée d'air neuf - 2: pulsion d'air neuf - 3: extraction d'air neuf - 4: sortie d'air vicié

#### ■ A - RENDEMENT TOTAL $\eta$

$$\eta = \frac{Q_{an} \times (h_2 - h_1)}{Q_{min} \times (h_3 - h_1)}$$



#### ■ B - EFFICACITÉ THERMIQUE $\epsilon$

$$\epsilon = \frac{Q_{an} \times (T_2 - T_1)}{Q_{min} \times (T_3 - T_1)}$$

$h$ : enthalpie (KJ/kg.K)  
 $Q_{an}$ : débit massique d'air neuf (kg/h)  
 $Q_{v}$ : débit massique d'air vicié (kg/h)  
 $Q_{min}$ : débit massique minimum entre  $Q_{an}$  et  $Q_{v}$   
 $T$ : température de l'air ( $^{\circ}$ C ou K).