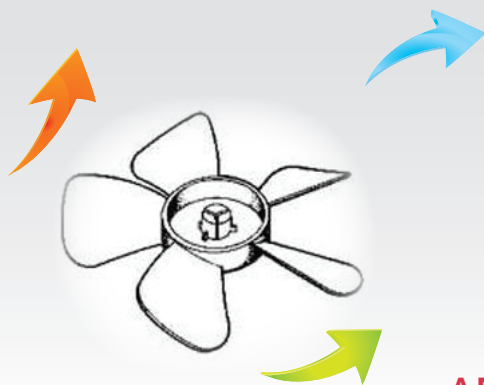


INSTALLATION DES VENTILATEURS

Guide Pratique

Alain GUEDEL
Agus RIDWAN



AERAULIQUE

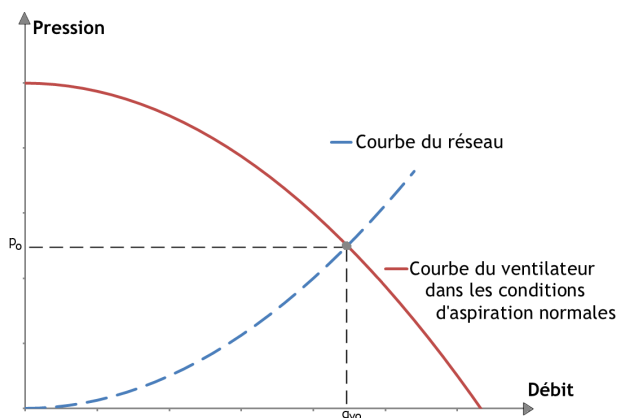
Ce guide a pour objet de présenter quelques notions et recommandations sur le fonctionnement des ventilateurs.

Le but est de montrer des exemples simples d'installations pour optimiser l'utilisation des appareils.

1 - PARAMÈTRES DÉCRIVANT LE FONCTIONNEMENT D'UN VENTILATEUR RACCORDÉ À UN RÉSEAU

Un ventilateur alimenté par un écoulement d'air homogène est caractérisé par une courbe donnant l'élévation de pression qu'il peut fournir en fonction du débit. Cette courbe est déterminée par une méthode d'essai normalisée (NF ISO 5801).

Un réseau quelconque, auquel un ventilateur est raccordé, est caractérisé par une courbe donnant la perte de charge en fonction du débit.



Le ventilateur choisi doit fournir au point de dimensionnement garanti, à l'intersection des courbes du réseau et du ventilateur, un débit q_{v0} et une pression p_0 .

S'il y a une erreur dans le calcul du réseau, ou une mauvaise alimentation en air du ventilateur modifiant ses caractéristiques, le point de fonctionnement ne coïncide pas avec le point de fonctionnement défini par le constructeur.

Dans ce cas, le ventilateur est susceptible de :

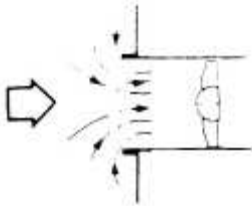
- fournir un débit différent, généralement plus faible,
- consommer plus d'énergie,
- générer plus de bruit.

2 - PRECAUTIONS A PRENDRE A L'ASPIRATION D'UN VENTILATEUR

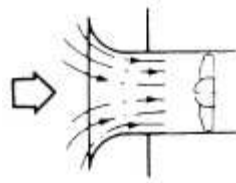
◆ Profil de vitesse à l'entrée :

Un écoulement non uniforme à l'aspiration d'un ventilateur peut être la cause d'une modification de ses caractéristiques.

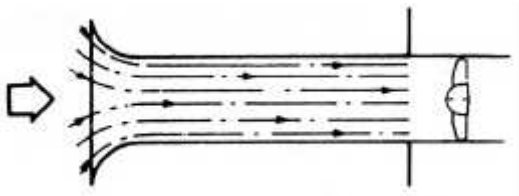
Cas typiques d'alimentation des ventilateurs



Mauvaise alimentation



Meilleure alimentation avec un pavillon à l'entrée



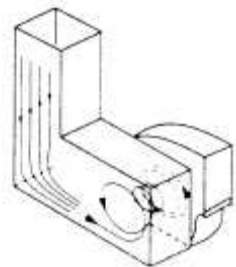
Un conduit de longueur équivalente de 3 à 4 diamètres équipé d'un convergent ou encore mieux d'un pavillon est très bénéfique

◆ Présence d'un coude à l'aspiration :

Un coude placé à l'aspiration d'un ventilateur peut être à l'origine :

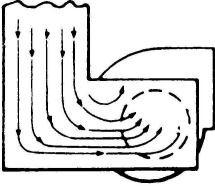
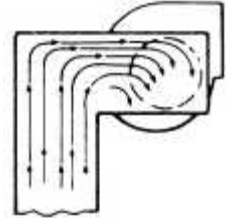
- de chute de performances,
- d'instabilité,
- de bruit.

Des pertes de performance très importantes, ainsi qu'une augmentation du bruit allant jusqu'à 10 dB dans certaines bandes d'octave, ont été constatées sur des ventilateurs installés avec un coude à l'entrée.



◆ Giration à l'aspiration :

Une giration dans le même sens que celui de la rotation de la roue du ventilateur peut conduire à une diminution de l'élévation de pression pour un débit donné.

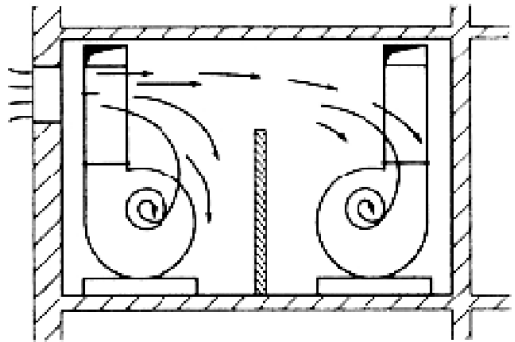


Une giration dans le sens contraire à celui de la roue d'un ventilateur peut conduire à une augmentation de l'élévation de pression pour un débit donné, mais également à une consommation d'énergie supérieure.

◆ Insertion dans un espace réduit :

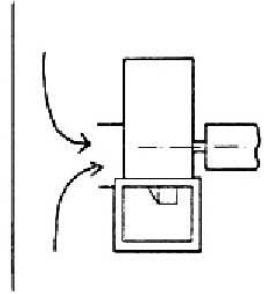
Exemple de mauvaise alimentation de deux ventilateurs placés dans une centrale de traitement d'air et alimentés par une ouverture excentrée placée trop haut et de section trop faible.

Les ventilateurs reçoivent un flux d'air tournant : ils risquent d'être bruyants et d'avoir des performances instables et différentes de celles qui sont prévues.



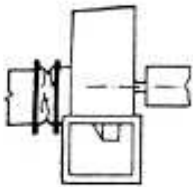
◆ Proximité d'une paroi :

Le ventilateur risque de recevoir un flux d'air étranglé et tournant, conduisant ainsi à des performances inférieures à celles prévues, instables et de niveau sonore plus élevé.

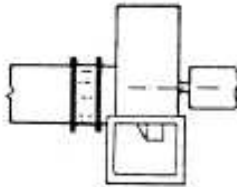


◆ Conduits d'alimentation :

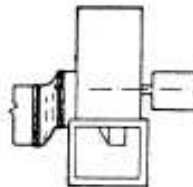
Les conduits flexibles doivent être montés avec soin afin d'éviter une déformation des profils d'écoulement à l'aspiration du ventilateur.



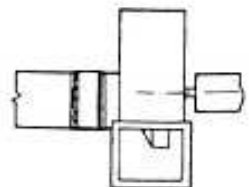
mauvais



bon



mauvais



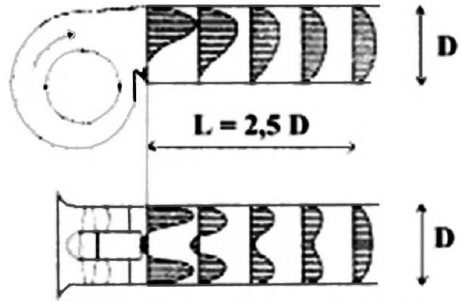
bon

Tout objet créant une obstruction de l'ouïe d'aspiration ou une déformation de l'écoulement à l'aspiration (coude, vanne, ...) peut créer une chute des performances et une augmentation du bruit.

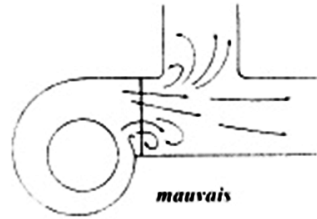
3 - PRÉCAUTIONS À PRENDRE AU REFOULEMENT D'UN VENTILATEUR

◆ Longueur du raccordement :

On a intérêt à mettre une longueur de conduit en aval d'un ventilateur avant tout autre élément disposé dans un circuit, afin que l'écoulement devienne homogène. La longueur L qui permet d'avoir un écoulement homogène est de l'ordre de 2,5 diamètres.

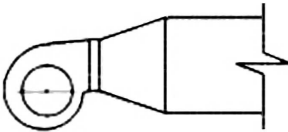


Exemple de la présence d'une perturbation trop proche du refoulement d'un ventilateur, qui se traduit par une perte de performances importante :



◆ Forme du raccordement :

Compte tenu des contraintes de l'installation, les sections de conduit doivent être les plus larges possibles afin de réduire les pertes de charge.



moyen



bon

Les raccordements entre des sections différentes doivent être progressifs (angle au sommet inférieur à 7°).

4 - LOIS DE SIMILITUDE DES VENTILATEURS

Les lois décrites ci-dessous sont très souvent utilisées pour prévoir les changements de débit (q_v), élévation de la pression (p), puissance aéraulique utile (P_u) et niveau de puissance acoustique (L_w) en cas de modification des paramètres suivants :

- la taille du ventilateur (représentée par le diamètre D de la roue),
- la vitesse de rotation (n),
- la masse volumique du fluide (ρ).

DÉBIT

$$q_v = q_{v_0} \cdot \frac{n}{n_0} \cdot \left(\frac{D}{D_0}\right)^3$$

ÉLÉVATION DE PRESSION

$$p = p_0 \cdot \left(\frac{n}{n_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{D}{D_0}\right)^2 \cdot \frac{\rho}{\rho_0}$$

PUISSANCE AÉRAULIQUE

$$P_u = P_{u_0} \cdot \left(\frac{n}{n_0}\right)^3 \cdot \left(\frac{D}{D_0}\right)^5 \cdot \frac{\rho}{\rho_0}$$

PUISSANCE ACOUSTIQUE

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

Grandeurs et unités habituellement utilisées :

- q_v : débit en m^3/s
- p : élévation de pression en Pascal (1 mmCE =10 pascal)
- P_u : puissance aéraulique utile en Watt
- L_w : niveau global de puissance acoustique en dB
- n : vitesse de rotation en tr/min
- D : diamètre de la roue du ventilateur en mètre
- ρ : masse volumique de l'air en kg/m^3

Ces relations montrent que

⇒ si la vitesse de rotation est multipliée par 2 :

- le débit est augmenté d'un facteur 2,
- la pression est augmentée d'un facteur 4,
- la puissance aéraulique est augmentée d'un facteur 8
(cette augmentation de vitesse peut entraîner un dépassement de la capacité du moteur),
- le niveau de puissance acoustique est augmenté de 15 dB.

⇒ si le ventilateur est remplacé par un ventilateur homothétique de diamètre de roue 2 fois plus grand :

- le débit est multiplié par 8,
- l'élévation de pression est augmentée d'un facteur 4,
- la puissance aéraulique est augmentée d'un facteur 32,
- le niveau de puissance acoustique est augmenté de 21 dB.

QUELQUES PRÉCAUTIONS À PRENDRE AVANT LE MONTAGE :

- Lire les documents des constructeurs de ventilateurs et en cas de doute, consulter le constructeur de ventilateur ou le CETIAT,
- Prendre les précautions nécessaires à l'aspiration et au refoulement du ventilateur,
- Vérifier le sens de rotation du ventilateur,
- Ne pas faire tourner un ventilateur non raccordé à l'aspiration ou au refoulement, car cela peut conduire à une détérioration du moteur.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Joseph LEXIS « Pratique des ventilateurs ». Les Editions Parisiennes (1990)
- Fan Manufacturers' Association: Fan and ductwork installation guide (1993)
- AMCA, Fans and systems Publication 201-02 (2007)
- NF ISO 5801 : Ventilateurs industriels. Essais aérauliques sur circuits normalisés (mars 2008)

janvier 2014



CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AÉRAULIQUES ET THERMIQUES