

10. VENTILATION MECANIQUE

10.1. Les systèmes de ventilation mécanique

10.2. Les bilans de ventilation mécanique

10.3. Les interventions sur la ventilation mécanique

Présentation

Ce chapitre traite de la Ventilation Mécanique Contrôlée (en abrégé VMC). Ce système de ventilation simple flux se décompose en deux parties, l'introduction d'air et l'extraction d'air.

L'introduction d'air est statique ; il s'agit de bouches d'entrée d'air en général autoréglables, quelquefois hygroréglables, et qui sont installées sur les façades extérieures des bâtiments afin de permettre l'entrée d'air extérieur neuf. Aucune consommation électrique n'est engagée pour l'entrée d'air.

L'extraction d'air est réalisée par un système de gaines terminées par des bouches, fixes, réglables ou hygroréglables, et qui se regroupent sur un caisson d'extraction. Ce caisson renferme un ventilateur, ou extracteur dont le moteur électrique constitue le poste énergivore nous intéressant.

Il existe d'autres systèmes de ventilation mécanique, plus complexes, par exemple la ventilation double flux, où le réseau d'extraction est doublé d'un réseau de soufflage ou d'insufflation d'air. Cet air est souvent réchauffé ou rafraîchi ou bien "traité" et on parle alors de climatisation, hors de notre propos.

La décomposition du bilan est donnée à la figure 10.1. Chacun des paramètres fait l'objet d'indications précises quant à sa détermination ou à son calcul dans la suite de ce chapitre.

<u>LIBELLE</u>	<u>CODE</u>	<u>INTERVENTION</u>
Puissance électrique extracteur [kW]	PUIEXTR	sur l'entretien
	x	
Nombre d'heures de fonctionnement journalier [h]	NHJ	sur le temps de fonctionnement
	x	
Nombre de jours de fonctionnement annuel [j]	NJVMC	
	=	
Consommation primaire VMC [kWh/an]	COPRIMVMC	
	x	
Prix des kWh [FHT]	KWH	sur la tarification
	=	
Consommation [FHT]	FCOPRIMVMC	

Figure 10. 1 - Synthèse du bilan VMC

10.1 LES SYSTEMES DE VENTILATION MECANIQUE

Bouches d'entrée d'air :

La visite des locaux doit permettre de relever les caractéristiques des bouches d'entrée d'air. La plupart des constructeurs indique le débit de chaque bouche en gravure sur celles-ci.

Il n'est évidemment pas question de visiter tous les locaux. L'observation des façades par l'extérieur, ou l'étude de plans existants permet généralement de retrouver les modules de base ayant servis à la construction de l'ensemble.

La sommation des débits entrant doit permettre de retrouver une valeur proche du débit total extrait, mais légèrement inférieure car la VMC fonctionne en dépression.

Bouches d'extraction d'air :

Il faut comme précédemment procéder au comptage des bouches afin de déterminer le débit total extrait. Dans le cas d'extracteurs multiples, on procédera bien sûr zone par zone, chaque zone correspondant à un extracteur.

Différents types de bouches sont rencontrés (figure 10.1.1) :

- bouches fixes, les plus courantes,
- bouches réglables,
- bouches hygro-réglables,
- bouches auto-réglables.

Toutes ces bouches sont sensibles à l'encrassement. Il faut signaler le mauvais entretien lors du diagnostic. Le régulateur d'une bouche hygro-réglable doit être nettoyé 3 fois par an ! Les pièces en caoutchouc de certaines bouches sont desséchées et le fonctionnement est altéré. Un réseau d'extraction mécanique doit être entretenu.

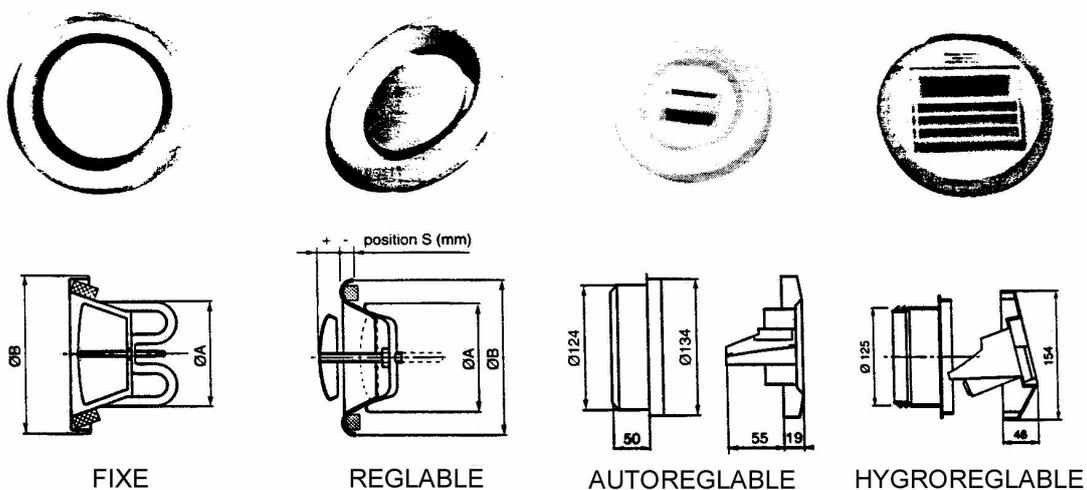


Figure 10.1. 1 - Différents types de bouches d'extraction

Une fois connu le débit d'extraction, il est comparé au débit introduit. Les deux valeurs sont sensiblement identiques, comme nous l'avons vu au paragraphe précédent, sauf dans le cas de locaux à pollution spécifique qui doivent être maintenus en forte dépression.

Les débits extraits sont relevés pour permettre le calcul des déperditions ou pour estimer une puissance électrique de l'extraction dans le cas où celle-ci n'est pas retrouvée sur l'appareil ou sur la documentation.

Extracteur

En général l'extracteur est situé en terrasse. Une ou deux gaines, la plupart du temps cylindriques, y sont connectées. Ces gaines, des "traînasses", cheminent horizontalement à quelques dizaines de centimètres au dessus du plancher-terrasse et récupèrent les colonnes verticales débouchant du bâtiment (figure 10.1.2).

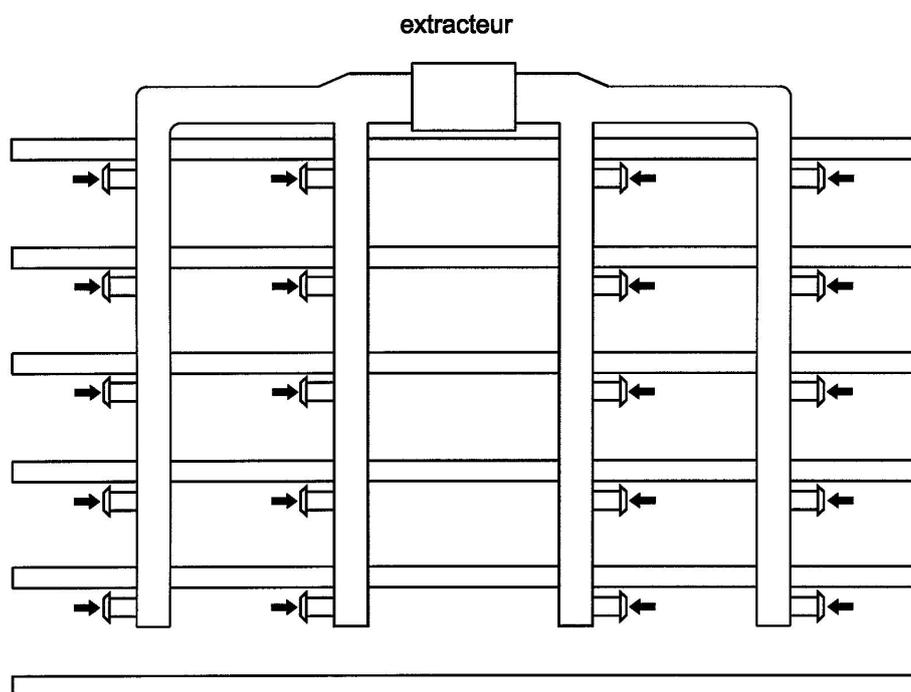


Figure 10.1. 2 - Principe de l'extraction mécanique

La plaque signalétique de l'extracteur, lorsqu'elle est présente, accessible et lisible, récapitule les différents renseignements caractérisant l'appareil :

- marque,
- type,
- tension,
- puissance, etc...

La puissance doit être relevée afin de déterminer une consommation, en relation avec le temps de fonctionnement.

En cas d'absence de plaque signalétique, ou si la puissance ne peut pas être connue, il faut l'estimer. La figure 10.1.3 peut aider à définir une puissance approchée.

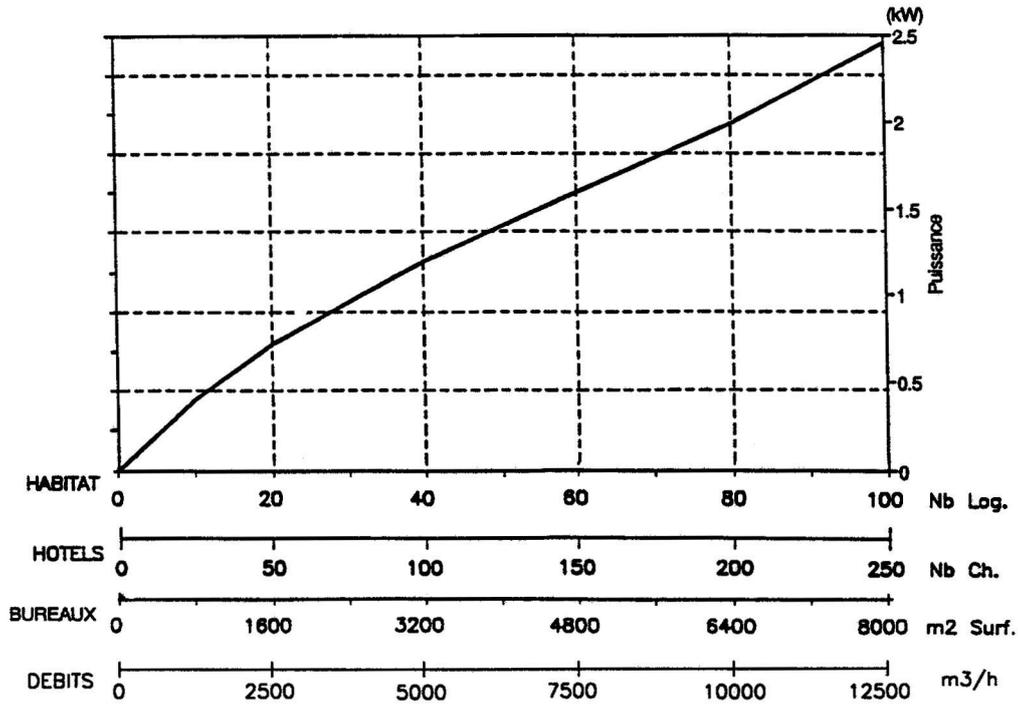


Figure 10.1. 3 - Puissance extracteur VMC

La figure précédente est établie sur les bases d'un réseau classique, avec des conduits bien dimensionnés n'entraînant pas de valeurs inhabituelles ou hors normes.

Les ratios ayant servis à son établissement sont les suivants :

Logement moyen	=	120 m ³ /h
1 chambre d'hôtel	=	45 m ³ /h
Bureaux (15 m ²)	=	25 m ³ /h
Hôpitaux	=	20 m ³ /h par lit

NOTA

La progression de la puissance électrique n'est pas exactement linéaire sur la figure 10.1.3. Donc lorsqu'il y a plusieurs extracteurs, rechercher la puissance de chacun d'eux avant de calculer la consommation globale.

Fonctionnement

- VMC de logements :

Le fonctionnement de l'extraction mécanique est ininterrompu en ce qui concerne la ventilation de logement.

Lorsque les bouches d'extraction sont hygroréglables, le débit global diminue lorsque l'humidité relative des locaux diminue. La consommation électrique diminue alors logiquement (voir figure 10.1.4) d'après le déplacement sur la courbe du ventilateur.

Seulement, un débit minimum important étant conservé, et le rendement du moteur électrique chutant sensiblement, on considèrera que la puissance nominale est utilisée sur toute la journée.

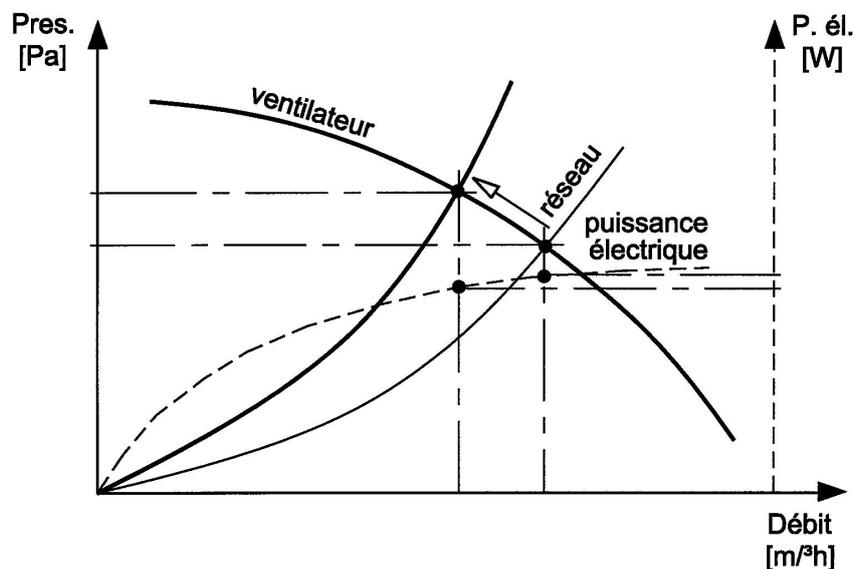


Figure 10.1. 4 - Variation de la puissance électrique en fonction du débit

- VMC de bureaux :

L'extraction mécanique dans le cas de bureaux peut-être interrompue ou diminuée pendant les périodes d'inoccupation.

Il est impératif de connaître les plages de fonctionnement et d'arrêt. Il faut pour cela observer les horloges de programmation ou interroger les responsables sur site.

- VMC d'hôpitaux et divers :

Pour les hôpitaux, comme pour les logements, l'occupation continue nécessite le fonctionnement continu de la VMC, sauf éventuellement pour des zones avec des locaux spécifiques.

Dans tous les autres cas, il est indispensable de trouver l'interlocuteur pour être renseigné sur les horaires de fonctionnement et les variations de vitesse qui sont programmées.

RECAPITULATIF**RELEVES VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE****Unités terminales**

- Débit des bouches d'entrée d'air
- Nombre de bouches par type de logement
- Débit des bouches d'extraction d'air
- Nombre de bouches par type de logement
- Etat général des bouches d'extraction et d'introduction d'air
- Vérification du fonctionnement des bouches d'extraction

Extracteur

- Relever les caractéristiques sur la plaque signalétique
- Vérifier l'état des collecteurs
- Vérifier l'état des manchons souples de liaison

Les questions à se poser

- Est-il possible de faire un ralenti ou un arrêt ?
- Les débits extraits sont-ils adaptés aux besoins ?
- L'installation est-elle bien entretenue ?
- N'y-a-t-il pas de fuites sur le réseau ?

10.2 LES BILANS DE VENTILATION MECANIQUE

Pour réaliser le bilan financier d'exploitation en VMC, il nous faut connaître la consommation électrique du ou des extracteurs et leurs temps de fonctionnement respectifs.

10.2.1 Consommation d'énergie

$$(10.2.1) 1 \quad \text{COPRIVMC} = \sum_{j=1}^{\text{NTZVMC}} \text{COPRIMVMC}_j \text{ [kWh/an]}$$

COPRIMVMC : *Consommation annuelle globale pour la VMC [kWh/an]*

NTZVMC : *Nombre total de zones de VMC*

COPRIMVMC_j : *Consommation annuelle de VMC par zone en [kWh/an]*

Pour chaque ventilateur la consommation électrique annuelle est déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$(10.2.1) 2 \quad \text{COPRIMVMC}_j = \text{PUIEXTR}_j \times \text{NHVMC}_j \text{ [kWh/an]}$$

COPRIMVMC_j : *Consommation annuelle de la VMC*

PUIEXTR_j : *Puissance électrique de l'extracteur en kW*

NHVMC_j : *Nombre d'heures de fonctionnement annuel de la VMC.*

Dans le cas d'un fonctionnement continu, NHVMC_j = 8760 h

Dans le cas d'un extracteur à deux vitesses, la formule 10.2.1.1 devient :

$$(10.2.1) 3 \quad \text{COPRIMVMC}_j = \text{PMAXEXTR}_j \times \text{NHVMCMAX}_j + \text{PMINEXTR}_j \times \text{NHVMCMIN}_j$$

PMAXEXTR_j : *Puissance extracteur grande vitesse en kW*

NHVMCMAX_j : *Nombre d'heures de fonctionnement annuel en grande vitesse*

PMINEXTR_j : *Puissance extracteur petite vitesse en kW*

NHVMCMIN_j : *Nombre d'heures de fonctionnement annuel en petite vitesse.*

10.2.2 Bilan financier d'exploitation

La difficulté d'établir un bilan financier réside dans le fait qu'il existe une part fixe d'abonnement, et surtout des prix de kWh variables en fonction du tarif, des heures de la journée, et des mois de l'année.

L'étude étant menée pour un bâtiment (c'est-à-dire un abonné et un compteur électrique) elle regroupe les différents usages, chauffage, eau chaude sanitaire, éclairage... Le calcul de la consommation globale en francs regroupera tous ces postes.

La seule façon de déterminer des économies financières est de réaliser le bilan financier complet avant et après intervention.

De ce fait, la consommation calculée précédemment doit être répartie sur les heures de la journée et sur les mois de l'année pour lui faire correspondre un prix de kWh adapté.

• VMC A FONCTIONNEMENT CONTINU

Le fonctionnement est continu, soit 24 heures sur 24, pendant tous les jours de l'année.

TARIF JAUNE

$$(10.2.1) 4 \quad FCOPRIMVMC = COPRIMVMC \times (0,276 \text{ PKHPH} + 0,138 \text{ PKHCH} \\ + 0,391 \text{ PKHPE} + 0,195 \text{ PKHCE})$$

FCOPRIMVMC : *Consommation annuelle de la VMC en kWh/an*

PKHPH : *Prix du kWh en heures pleines d'hiver en FHT*

PKHCH : *Prix du kWh en heures creuses d'hiver en FHT*

PKHPE : *Prix du kWh en heures pleines d'été en FHT*

PKHCE : *Prix du kWh en heures creuses d'été en FHT*

TARIF VERT

$$(10.2.1) 5 \quad FCOPRIMVMC = COPRIMVMC \times (0,036 \text{ PKP} + 0,202 \text{ PKHPH} + 0,176 \text{ PKHCH} \\ + 0,335 \text{ PKHPE} + 0,251 \text{ PKHCE})$$

PKP : *Prix du kWh de pointe en FHT*

• VMC A FONCTIONNEMENT CONTINU ET PUISSANCE VARIABLE

On ne traite ici que le cas d'un ventilateur à deux vitesses. La VMC fonctionne 24 h/24 et tous les jours de l'année, mais en période d'inoccupation, on enclenche la vitesse réduite.

TARIF JAUNE

- Bureaux

$$(1.0.2.1) 6 \quad FCOPRIMVMC = P_{MAXEXTR} \times (1078 \text{ PKHPH} + 1528 \text{ PKHPE}) + P_{MINEXTR} \\ \times (1338 \text{ PKHPH} + 1208 \text{ PKHCH} + 1896 \text{ PKHPE} + 1712 \text{ PKHCE})$$

P_{MAXEXTR} : *Puissance électrique de l'extracteur VMC en grande vitesse (kW)*

P_{MINEXTR} : *Puissance électrique de l'extracteur VMC en petite vitesse (kW)*

- Enseignement

$$(10.2.1) 7 \quad FCOPRIMVMC = P_{MAXEXTR} \times (766 \text{ PKHPH} + 832 \text{ PKHPE}) + P_{MINEXTR} \\ \times (1183 \text{ PKHPH} + 974 \text{ PKHCH} + 1284 \text{ PKHPE} + 1057 \text{ PKHCE})$$

TARIF VERT

- Bureaux

$$(10.2.1) 8 \quad FCOPRIMVMC = P_{MAXEXTR} \times (129 \text{ PKP} + 949 \text{ PKHPH} + 1528 \text{ PKHPE}) \\ + P_{MINEXTR} \times (129 \text{ PKP} + 864 \text{ PKHPH} + 1553 \text{ PKHCH} \\ + 1407 \text{ PKHPE} + 2201 \text{ PKHCE})$$

- Enseignement

$$(10.2.1) 9 \quad FCOPRIMVMC = P_{MAXEXTR} \times (120 PKP + 646 PKHPH + 832 PKHPE) \\ + P_{MINEXTR} \times (120 PKP + 924 PKHPH + 1113 PKHCH \\ + 1133 PKHPE + 1208 PKHCE)$$

• VMC AVEC ARRET HORS OCCUPATION

L'extraction mécanique est arrêtée pendant la période d'inoccupation.

TARIF JAUNE

- Bureaux

$$(10.2.1) 10 \quad FCOPRIMVMC = COPRIMVMC \times (1078 PKHPH + 1528 PKHPE)$$

- Enseignement

$$(10.2.1) 11 \quad FCOPRIMVMC = COPRIMVMC \times (766 PKHPH + 832 PKHPE)$$

TARIF VERT

- Bureaux

$$(10.2.1) 12 \quad FCOPRIMVMC = COPRIMVMC \times (129 PKP + 949 PKHPH + 1528 PKHPE)$$

- Enseignement

$$(10.2.1) 13 \quad FCOPRIMVMC = COPRIMVMC \times (120 PKP + 646 PKHPH + 832 PKHPE)$$

10.3 LES INTERVENTIONS SUR LA VENTILATION MECANIQUE

Les interventions ont été évoquées au cours des paragraphes précédents. Elles sont de deux types essentiellement, interventions sur les bouches et interventions sur l'extracteur.

Les interventions sur les bouches consistent au nettoyage ou au remplacement des unités terminales lorsqu'elles sont encrassées ou hors d'usage. Ces interventions ne sont pas chiffrées, simplement parce que l'état des bouches varie d'un local à l'autre, et que la visite succincte du diagnostiqueur n'aura pas permis d'affecter un coefficient de mauvais fonctionnement à chacune d'entre elles. Plus qu'une économie, il s'agit par cette intervention de conserver en bon état le bâti. Nous avons pu remarquer lors de nos relevés et mesures à quel point, une mauvaise aération des locaux portait préjudice à la conservation du bâtiment, et par là même au moral des occupants.

Les interventions sur l'extracteur, mis à part ici aussi l'entretien nécessaire au bon fonctionnement, concernent d'abord la marche de l'appareil.

La possibilité d'arrêter la marche du ventilateur ou de réduire son débit pendant certaines périodes ne peut s'appliquer qu'à des locaux à usage intermittent, c'est-à-dire les bureaux et les locaux d'enseignements. Ces interventions, surtout l'arrêt, entraînent des économies non négligeables sur la consommation électrique du ventilateur et sur la consommation de chauffage.

Le remplacement des appareils anciens avec un mauvais cosinus φ , ou la pose de condensateurs, entraîne une diminution de l'énergie réactive.

Une économie financière est réalisable dans le cas d'un tarif vert avec une tangente φ supérieure à 0,40. On peut trouver le cas, la nuit lorsque la VMC est seule à fonctionner.

La récupération de chaleur obtenue par l'installation d'un échangeur sur l'air extrait offre des calories gratuites pour le réchauffage de l'air introduit (échangeur air/air) ou le préchauffage de l'eau (échangeur air/eau), mais la consommation électrique du ventilateur est majorée à cause de l'augmentation de perte de charge due à l'échangeur.

RECAPITULATIF**INTERVENTIONS VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE**

- Nettoyage des unités terminales
- Réparation des fuites visibles (collecteurs, raccords)
- Passage de l'extraction en vitesse réduite en période d'inoccupation
- Arrêt de l'extraction en période d'inoccupation
- Séparation des zones à occupation spécifique
- Remplacement des appareils anciens
- Pose de condensateurs dans le cas de moteurs électriques à mauvais rendement

10.3.1 Instrumentation

Débits d'air

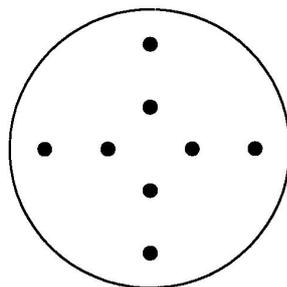
Les débits d'air extraits sont mesurés au niveau des bouches et/ou au niveau de l'extracteur.

Au niveau des bouches on utilise des appareils à lecture directe qui, appliqués contre la paroi en recouvrement de la bouche, affichent directement le débit (débitmètre SAMM). Un autre système est constitué d'un cône qui canalise l'air dans un boyau de section connue où l'on place un anémomètre à fil chaud. La vitesse de l'air est donnée sur un afficheur. Le débit correspondant est déterminé par un abaque (débitmètre WALLACH). L'anémomètre seul, déplacé dans le flux d'air ne donne pas, dans le cas précis des bouches d'extraction, les moyens de déterminer un débit fiable.

Au niveau de l'extracteur, un anémomètre peut être utilisé au refoulement mais sera moins efficace qu'une mesure dans les conduits.

Un moyen plus sûr de connaître le débit au niveau de l'extracteur est de mesurer la vitesse d'air ou la pression dynamique dans la gaine terminale.

Pour une mesure ponctuelle, on procédera au balayage de la gaine pour connaître des valeurs sur une dizaine de points. La moyenne de ces valeurs et la section de la gaine permettent de calculer le débit (figure 10.3.1.1).



Balayage
de la gaine

Pression dynamique :

$$Pd \text{ [Pa]} = 1/2 \cdot \rho \text{ [kg/m}^3\text{]} \cdot v^2 \text{ [m/s]}$$

$$\rho = \frac{1,293 \times 273}{273 + T. \text{ air}}$$

Calcul du débit :

$$q \text{ [m}^3\text{/h]} = S \text{ [m}^2\text{]} \cdot v \text{ [m/s]} \cdot 3600$$

Figure 10.3.1. 1- Calcul du débit d'air

Dans le cas de télégestion, le tube de Pitot pour la mesure de pression, devra être placé en écoulement stable en évitant les phénomènes de regain et les accidents du réseau. Même remarque en cas de mesure de vitesse. Une correction sera appliquée aux mesures de télégestion si un écart est constaté avec les mesures ponctuelles sensées être plus fines.

Mesures électriques

Pour les mesures instantanées nous citerons principalement, pour sa simplicité d'utilisation, la pince ampèremétrique. Elle permet de mesurer l'intensité de courant à l'extracteur et d'en déduire la puissance électrique.

Un analyseur électrique à mémoire, appareil plus sophistiqué, permet de mesurer et d'enregistrer sur une période de plusieurs jours, différents paramètres tels que la puissance, le cosinus φ , mais également la consommation. En traçant les évolutions, il est possible d'y remarquer des dysfonctionnements. Dans le cas d'arrêts ou de ralentis par exemple, on vérifiera le bon ajustement des heures de fonctionnement.

Un décalage de la programmation peut entraîner un fonctionnement pendant les heures de pointe !

L'appareil le plus efficace et le moins coûteux est évidemment le compteur électrique. Son installation sur l'alimentation électrique de la VMC permet le suivi des consommations et la maîtrise du poste VMC. Equipé d'un émetteur d'impulsions il peut être relié à un système de télégestion ou de GTB.

10.3.2 Quelques ratios

Les ratios sont peu nombreux. Ils sont à utiliser avec précautions. Les valeurs réelles, puissances et temps de fonctionnement, sont toujours préférables.

Les consommations électriques sont les suivantes :

CoSTIC (consommation des auxiliaires : 1994)

1,8 kWh/an par m³/h extrait

EDF (différents services commerciaux)

Logements	: 10 à 25 kWh/m ² .an
Hôtels	: 0,4 à 1,3 kWh/chambre.jour
Hôpitaux	: 40 à 80 kWh/m ² .an
Bureaux	: 10 à 70 kWh/m ² .an.

10.3.3 Réglementation

Les textes sont différenciés d'après la destination des locaux.

• HABITAT

- Exigences hygiéniques

Arrêté du 24 mars 1982 et
Arrêté du 28 octobre 1983
précisant les modalités d'application de l'article R.111.9

Nombre de pièces principales du logement	Débits extraits exprimés en (m ³ /h)				
	Cuisine	Salle de bains ou de douches communes ou non avec un cabinet d'aisances	Autre salle d'eau	Cabinet d'aisance	
				Unique	Multiple
1	75	15	15	15	15
2	90	15	15	15	15
3	105	30	15	15	15
4	120	30	15	30	15
5 et plus	135	30	15	30	15

Entrées d'air

	Nombre de pièces principales						
	1	2	3	4	5	6	7
Débit total minimal en [m ³ /h]	35	60	75	90	105	120	135
Débit minimal en cuisine en [m ³ /h]	20	30	45	45	45	45	45

Débits minimaux extraits

RSST 09/08/73 modifié le 26/04/82 : nettoyage des conduits

- Economies d'énergie

Arrêté du 5 avril 1988 à propos de décret R.111.6
Calcul pour établir l'importance de la ventilation dans le bilan énergétique

- Conception et dimensionnement

DTU 68.1 et DTU 68.2

• HOTELS ET BUREAUX

- Exigences hygiéniques

. **Arrêté du 12/03/78** fixant les renouvellements d'air dans les bâtiments autres que d'habitation.

. **Circulaire du 09.08.78** (JO du 13.09.78)

Relative à la révision du règlement sanitaire départementale type (titre III - section 2).

Modifiée par :

. circulaire du 26.04.82 (JO du 13.06.82)

. circulaire du 20.01.83 (JO du 25.02.83)

. circulaire du 18.05.84 (JO du 20.07.84)

. circulaire du 10.08.84 (JO du 02.09.84).

. **Arrêté interpréfectoral n° 79561 du 20.11.79**

(modifié par l'Arrêté du 23.04.86)

. **Arrêté du 13.04.88** (JO du 15.04.88)

Relatif aux équipements et aux caractéristiques thermiques dans les bâtiments

. à usage d'hôtellerie,

. à usage de bureaux ou commerces.

. **Décret n° 84-1093 du 07.12.84**

Code du travail - Chapitre II - Section I - R-232-1 à R-232-11, aération, assainissement

. **Décret n° 84-1094 du 07.12.84**

Code du travail - Chapitre V - Section II - R-235-6 à R-235-10, aération, assainissement

. **Règlement sanitaire du département de Paris**

(Titre III - Section 2) et les règlements sanitaires départementaux.

Les renouvellements en air neuf doivent au minimum être :

. **Pour les locaux à "pollution non spécifique" :**

Chambres et bureaux

. par occupant si non-fumeur : 18 m³/h

. par occupant si fumeur : 25 m³/h

. **Pour les locaux à "pollution spécifique" (par local) :**

. douche individuelle : 18 m³/h

. salle de bains

. sans WC : 18 m³/h

. avec WC : 25 m³/h

. cabinet d'aisance isolé : 30 m³/h

. sanitaires collectifs

. sans WC en [m³/h] : 10 + 5 N

. avec WC en [m³/h] : 30 + 15 N

- Economies d'énergie

. Arrêté du 13.04.88 (JO du 15.04.88)

Cet arrêté est important. Il oriente de façon significative la conception ainsi que le mode d'exploitation des installations.

Entre autre :

. Obligation d'une ventilation à deux vitesses (50 et 100 %) pour tenir compte des périodes de non occupation des locaux.

. Limitation, en période de chauffage, des possibilités d'une humidification éventuelle. L'apport d'eau ne doit pas dépasser 5 g/kg d'air sec, sur les volumes d'air neuf uniquement.

. Dans un même local, il ne doit pas y avoir simultanément fourniture de chaleur et de froid, sauf éventuellement, s'il y a récupération de chaleur au niveau des condenseurs.

. Obligation de protéger efficacement du soleil les parois transparentes ou translucides exposées au soleil.

. Obligation d'équipements thermiques particulier.

Par ailleurs, l'arrêté du 13.04.88 fait apparaître une notion de "configuration".

. Configuration "hiver"

Période durant laquelle, seule la fourniture de chaleur peut être utilisée.

. Configuration "été"

Période durant laquelle, seule la fourniture du froid peut être utilisée.

Ces deux configurations ne doivent pas se chevaucher, sauf, éventuellement, s'il y a récupération de chaleur au niveau des condenseurs.

• LOCAUX SCOLAIRES

Le texte de base est le Cahier des Recommandations Techniques (CRT) du Ministère de l'Education Nationale (juin 1987), non opposable au tiers. Il a servi de base à la nouvelle réglementation thermique tertiaire dont l'arrêté d'application a été publié le 8 mai 1988.

- Exigences hygiéniques

Les exigences en la matière sont regroupées dans les articles 64, 65 et 66-2, 66-3 du Règlement Sanitaire Départemental type (RSD) du 9 août 1978 (JO du 13 septembre 1978) révisé par la circulaire du 20 janvier 1983.

Ces textes distinguent les locaux à pollution "non spécifique" liée à la seule présence humaine (exception faite des cabinets d'aisance), des locaux à pollution "spécifique" (cuisines, laboratoires, cabinets d'aisance).

Ils fixent des débits de renouvellement d'air minima par occupant qui sont de :

- . 15 m³/h, pour les locaux d'enseignement de maternelles, d'écoles primaires ou de collèges,
- . 18 m³/h, pour les locaux d'enseignement de lycées, les locaux d'hébergement, les bureaux, les locaux de réunions, avec interdiction de fumer,
- . 22 m³/h, pour les locaux de restauration avec interdiction de fumer,
- . 25 m³/h, pour les locaux d'enseignement de lycées, les locaux d'hébergement et les bureaux, sans interdiction de fumer,
- . 30 m³/h, pour les locaux de restauration sans interdiction de fumer, et les cabinets d'aisance isolés (30 + 15 fois le nombre d'équipements, s'ils sont groupés),
- . 10 à 25 m³/repas, pour les cuisines collectives suivant le nombre de repas servis simultanément.

Ils autorisent le balayage de l'air provenant d'un local à pollution non spécifique à travers des circulations ou des locaux à pollutions spécifiques.

Ils définissent enfin des volumes de locaux et les surfaces d'ouvrants minima lorsque la ventilation est effectuée par ouvrants extérieurs.

Ces articles sont complétés par les textes suivants :

* Décret n° 77-104 2 du 12 septembre 1977, relatif aux interdictions de fumer dans certains lieux affectés à un usage collectif.

* Code du travail pour les Ateliers d'Enseignement Technique et Professionnel (Art. R 232-1-2, et 1-3), décret n° 84-1093 du 7 décembre 1984 (JO du 8 décembre 1984) fixant les débits d'air neuf minima par occupant dans les ateliers :

- . 45 m³/h pour les ateliers où s'effectue un travail physique léger,
- . 60 m³/h pour les ateliers où s'effectue un travail physique soutenu.

* Réglementation générale du Code du travail pour Bureaux et Ateliers, et Circulaire du 9 mai 1985 (Travail Emploi) sur ses modalités d'application.

* Cahier des Recommandations Techniques du Ministère de l'Education Nationale (STEN juin 1987, notamment pour la ventilation par ouvrants extérieurs : Titre I chapitre 4, l'article 66-1 du RSD ne s'appliquant pas aux locaux scolaires, et Titre II paragraphe 320.

Enfin, citons les exemples de solutions pour faciliter l'application du règlement relatif aux équipements et aux caractéristiques techniques dans les bâtiments autres que l'habitation, Cahiers du CSTB, n° 2286, octobre 1988.

Ils donnent une série de tableaux fixant les débits minimaux de ventilation par type de local.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Guide de Diagnostic Thermique - 1987
AFME chez EYROLLES
- [2] QUALITA N° 35 - Octobre 1993
- [3] Documents tarification - CFE
- [4] Guides sectoriels AICVF (Bureaux)
- [5] Cahier du CSTB n° 205
- [6] Guide VENTILATION de AICVF. PYC EDITION 1992
- [7] Exemples de solutions en ventilation
Cahiers du CSTB n° 2286 - Octobre 1988
- [8] 300 questions pratiques d'électricité dans le bâtiment CEGIBAT
Le Moniteur 1992
- [9] DTU Avril 1982 - Règles TH Q77. Mise à jour du calcul du coefficient G des logements
- [10] Consommation électrique des auxiliaires pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et la ventilation - CoSTIC/EDF
- [11] Documentation technique ABB VIM
- [12] Chauffage et conditionnement électriques des locaux.
Roland WOLF chez EYROLLES - 1974.

