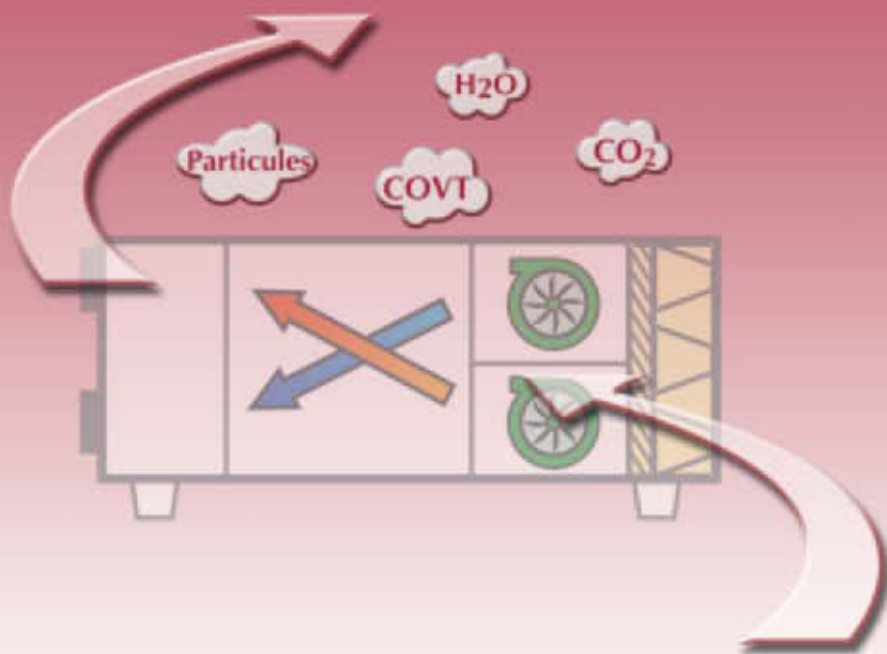


QUALITÉ DE L'AIR

DANS LES INSTALLATIONS AÉRAULIQUES

Guide pratique

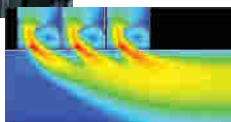


ADEME



OPTIMISEZ VOS SOLUTIONS DE VENTILATION !

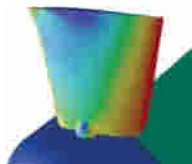
Le CETIAT met à votre service :



- des moyens d'essais,
- des études d'aide à la conception,
- des formations,
- la métrologie, l'expertise et le contrôle,

dans nos domaines d'excellence :

- Gestion de l'Air (mécanique des fluides, filtration et traitement de l'air, régulation...),
- Qualité des Ambiances (confort acoustique et thermique, Qualité d'Air Intérieur).



CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AÉRAULIQUES ET THERMIQUES




Domaine Scientifique de la Doua - 25, avenue des Arts - BP 2042 - 69603 Villeurbanne
Tél. +33 (0)4 72 44 49 00 - Fax +33 (0)4 72 44 49 49 - E.Mail : cetiat.commercial@cetiat.fr

SOMMAIRE

Introduction	4
Bien ventiler	5
Les systèmes	6
Ventilation simple flux	6
Ventilation double flux	7
Centrale de traitement d'air	8
Unités terminales de ventilation	9
Incidence des systèmes sur la QAI	10
Les composants	12
Entrée d'air	12
Filtre à air	13
Récupérateur de chaleur	14
Batterie chaude ou froide	14
Caisson d'humidification	15
Caisson de ventilation mécanique	15
Extracteur statique ou stato-mécanique	16
Caisson de recyclage	16
Réseau de ventilation	17
Bouche et diffuseur	18
Références	19

INTRODUCTION

L'objectif de ce guide est de fournir aux bureaux d'études, aux sociétés de maintenance et aux maîtres d'ouvrage des recommandations et règles pratiques sur les installations de ventilation et de conditionnement d'air afin d'assurer une bonne Qualité de l'Air Intérieur (QAI) et de préserver la santé des occupants. Le guide traite de conception, dimensionnement, installation, maintenance et entretien qui sont autant d'étapes absolument nécessaires au maintien d'une bonne QAI et de l'hygiène des réseaux. Il les présente pour les principaux systèmes aérauliques du génie climatique aussi bien en habitat qu'en tertiaire.

La première partie présente les systèmes et alerte sur les points à particulièrement surveiller du point de vue de la QAI. La seconde partie détaille les bonnes pratiques, composant par composant, en matière de conception *, mise en œuvre * et entretien *. L'application de ces règles simples dans les diverses étapes du projet est nécessaire afin de s'assurer d'une bonne QAI dans les installations aérauliques.

(*) Pour faciliter le repérage, chaque thème est illustré par une icône.

REMERCIEMENTS

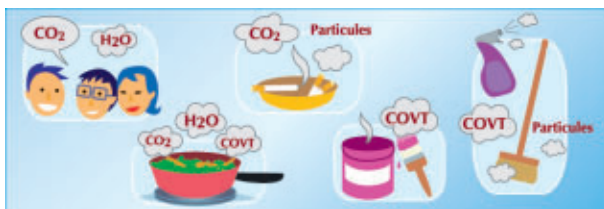
Ce guide a été rédigé avec la collaboration de :

Ludovic ANGELI (FRANCE AIR)
Martine BIANCHINA (UNELVENT)
Michaël BLAZY (ANJOS)
Xavier BOULANGER (ALDES)
Maurice CHIESA (ATLANTIC)
Michel DUCLOS (TITANAIR)
Dany HUBERT (ASTATO)
Olivier JOSSERAND (CARRIER)

Olivier KRIKORIAN (ASTATO)
Cédric LANCIEUX (CAMFIL)
Marie-Claude LEMAIRE (ADEME)
Philippe PETIT (CIAT)
Bénédicte RIBOT (EDF)
Sandra TOKAREK (Gaz de France)
Anne-Marie BERNARD (CETIAT)
Anne TISSOT (CETIAT)

BIEN VENTILER

Une bonne Qualité de l'Air Intérieur passe avant tout par une bonne ventilation. Qu'ils soient émis par les occupants, par les matériaux du bâtiment ou par l'ameublement, des polluants (humidité, bio-effluents, composés organiques volatils (COV), radon) sont toujours présents dans les locaux. Ils doivent être impérativement évacués pour la santé des occupants (salubrité, allergies, irritations...) et la conservation du bâti (éviter les condensations, moisissures...).



Les systèmes de ventilation mis en œuvre, qu'ils soient dédiés uniquement à la ventilation ou couplés à un système de chauffage et/ou de conditionnement d'air, doivent répondre à plusieurs contraintes :

- ils doivent assurer le renouvellement d'air efficacement,
- ils ne doivent pas troubler le confort des occupants (bruit, courants d'air...),
- ils ne doivent pas créer ou transférer de pollution.

En effet, ces systèmes comportent de nombreux composants, nécessaires pour assurer les différentes fonctions de circulation de l'air, filtration, chauffage, refroidissement..., et qui souvent pour des raisons de dimensionnement, d'installation ou d'entretien sont susceptibles d'être à l'origine ou de transmettre une mauvaise qualité d'air.

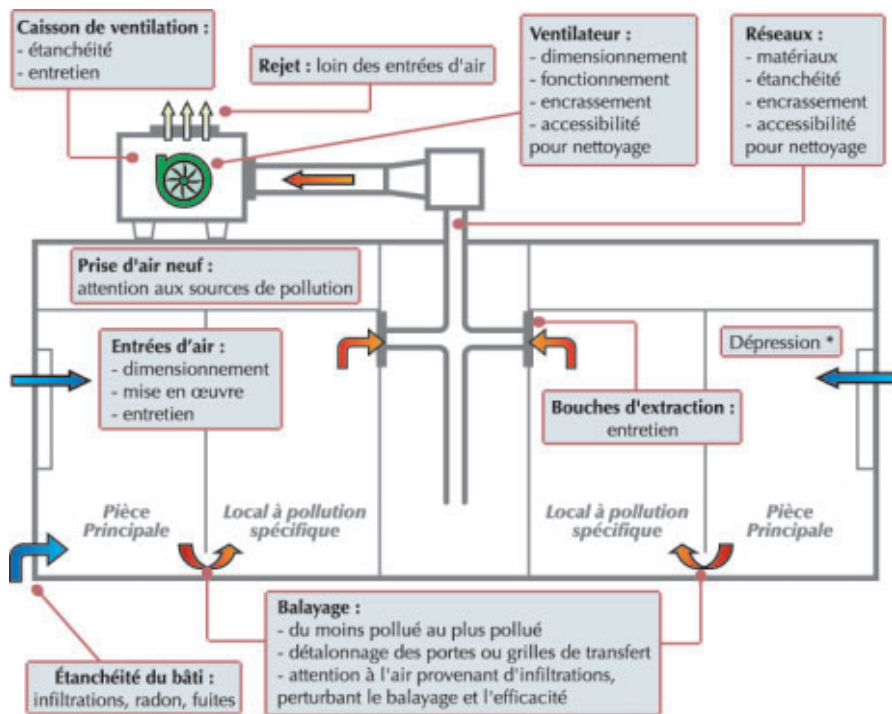
Lorsqu'il y a balayage, le cheminement d'air doit se faire des locaux les moins pollués vers les locaux à pollution spécifique. Il faut noter que l'air ne cheminera selon le trajet prévu que s'il ne trouve pas un chemin plus facile (exemple : défaut d'étanchéité du bâti, absence de grilles de transfert...). La qualité de l'air dépend donc à la fois des systèmes et composants de ventilation mis en œuvre («ventilation spécifique»), mais également du bâti, et en particulier des infiltrations ou des fuites.

LES SYSTÈMES

Ventilation simple flux

Le système de ventilation simple flux est équipé de :

- entrées d'air,
- grilles ou passages de transfert,
- bouches d'extraction,
- un réseau,
- un caisson de ventilation mécanique ou extracteur pour ventilation naturelle assistée,
- un rejet d'air.

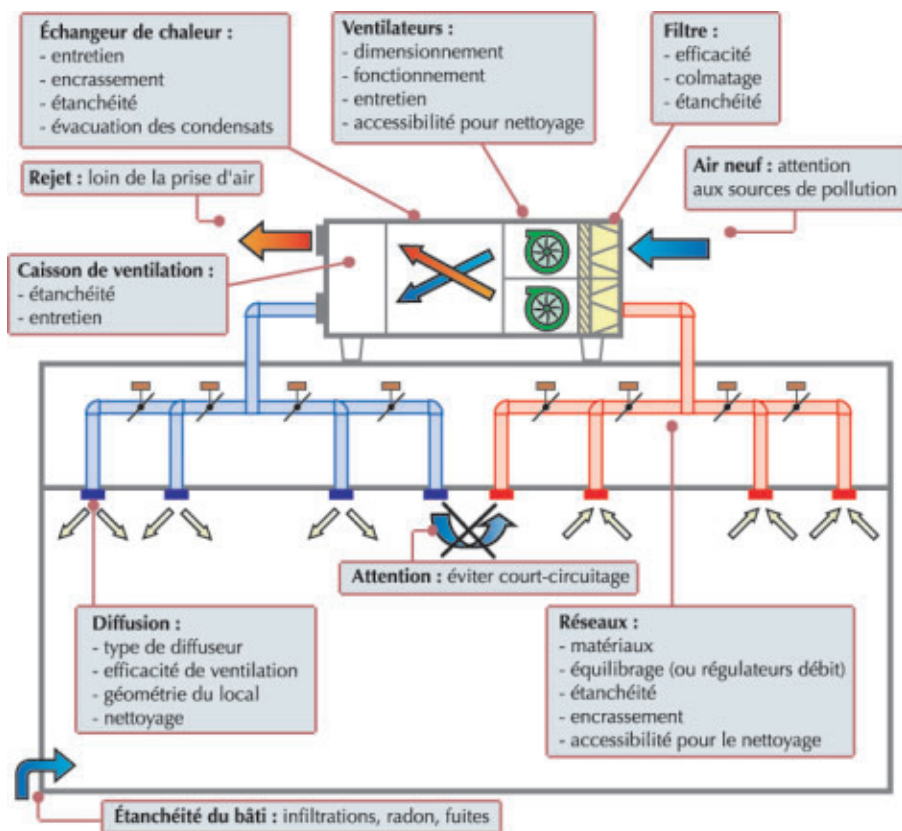


Le schéma ci-dessus s'applique à un système de ventilation mécanique simple flux.

Ventilation double flux

Le système de ventilation double flux est équipé de :

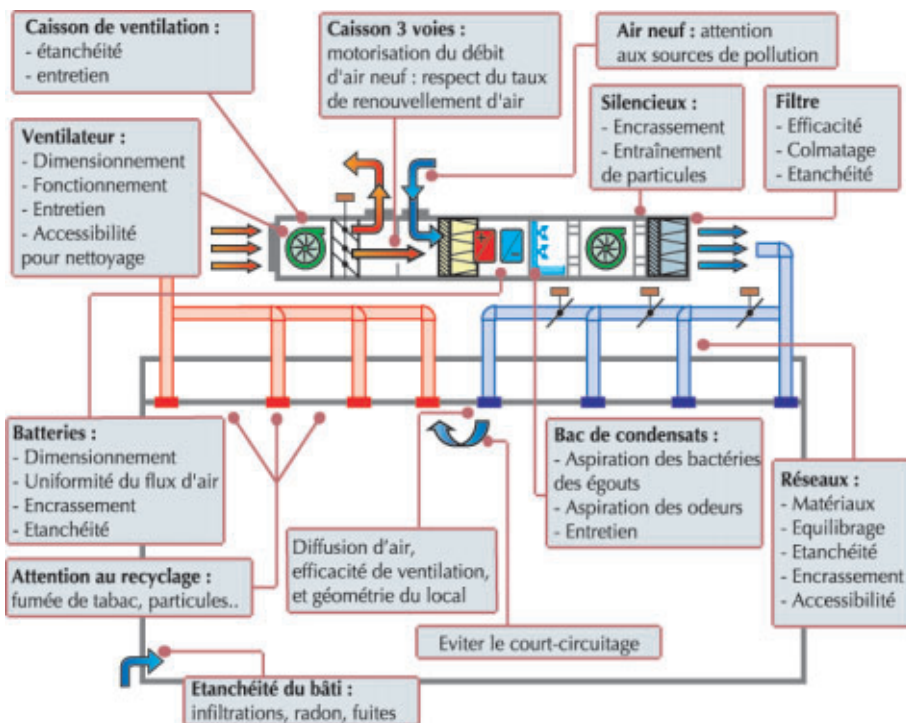
- un ventilateur de soufflage,
- un ventilateur d'extraction,
- un récupérateur de chaleur (optionnel),
- un bypass (optionnel),
- filtres,
- deux réseaux de soufflage et extraction,
- diffuseurs et terminaux de soufflage et d'extraction.



La CTA

La centrale de traitement d'air (CTA) est équipée de :

- un caisson de mélange (optionnel),
- un rang de filtres amont,
- un caisson batteries, batterie chaude et batterie froide,
- un humidificateur d'air (optionnel),
- un séparateur de gouttes, équipé d'un bac de condensats,
- un ou deux ventilateurs (soufflage, extraction),
- un rang de filtres aval,
- un réseau aéraulique,
- une diffusion d'air,
- une reprise d'air.



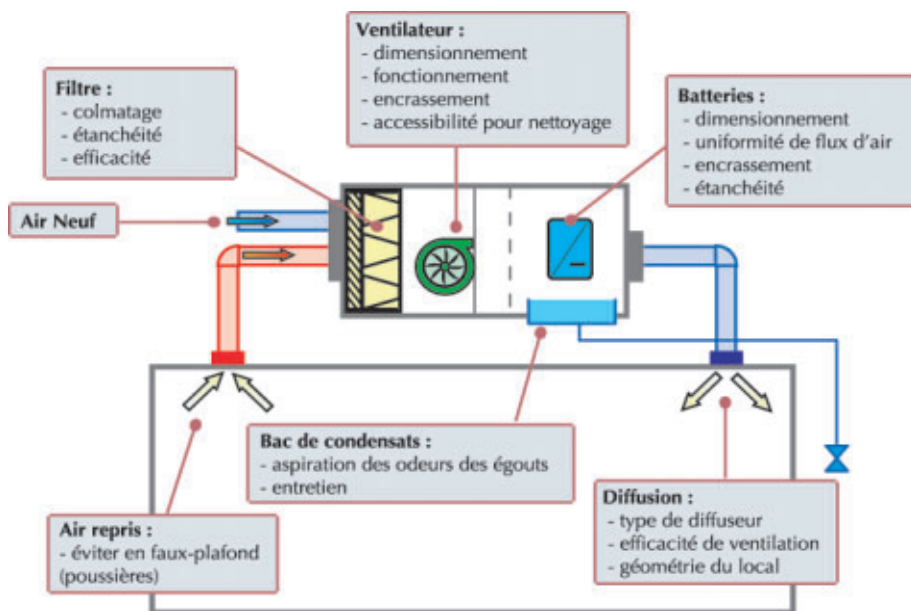
Les Unités Terminales de Ventilation

Les unités terminales de ventilation peuvent être des cassettes, poutres froides, des ventilo-convecteurs... Les ventilo-convecteurs prennent l'air d'une pièce pour le conditionner (chauffage ou refroidissement). Ils n'assurent donc pas nécessairement le renouvellement d'air du local qui doit être réalisé par ailleurs.





















Le schéma montre une unité terminale avec air neuf, mais l'analyse est valable pour les différents types d'unités terminales.

L'unité est équipée de :

- une amenée d'air neuf,
- une reprise de l'air du local,
- un filtre,
- un ventilateur,
- une batterie chaude ou froide,
- un bac de condensats,
- un mini-réseau aéraulique (gainables).



Incidence des Systèmes sur la QAI

	QAI		Commentaires	Confort Thermique		
	Renouvellement d'air	Filtration		Absence de courant d'air	Fonction contrôle température	Fonction contrôle humidité
Ventilation simple flux			Maîtrise du renouvellement d'air mais sans traitement de l'air neuf			
Ventilation double flux			Maîtrise du renouvellement et traitement de l'air neuf. Pas de recyclage			
Centrale de Traitement d'Air	 (1)		Maîtrise du renouvellement et traitement de l'air neuf (y compris température et hygrométrie) Avec ou sans recyclage			
Unités Terminales Avec air neuf		 (2)	Maîtrise du renouvellement et traitement de l'air neuf.			

















































(1) Sous réserve du bon réglage du registre d'air neuf

(2) Sous réserve d'une filtration correcte


(3) Ne concerne pas la génération de chaleur mais uniquement la ventilation

(4) Avec récupérateur


Il est considéré dans ce tableau que la conception, le dimensionnement et l'entretien des systèmes et composants sont faits dans les règles de l'art et suivant les recommandations de ce guide.

Confort Acoustique		Énergie (3)	Composants								
Isolément de façade	Dans le local		Entrées d'air	Filtres	Récupérateurs	Batteries	Humidificateur	Ventilateur	Recyclage	Réseau	Bouches d'extraction et diffuseurs
											
		 (4)									
		 (4)									
											

Les visages indiquent la capacité du système à répondre à la caractéristique de la colonne

 : Particulièrement recommandé

 : Acceptable

 : Non adapté

Il est à noter que les ventilo convecteurs et unités terminales sans air neuf n'assurent pas le renouvellement d'air. Néanmoins ils peuvent avoir une influence négative sur la QAI, il faut donc particulièrement veiller à leur entretien.

LES COMPOSANTS

Entrée d'air

Placées en façade, les entrées d'air ou prises d'air neuf permettent l'entrée de l'air neuf dans les locaux.



- Elles doivent être bien dimensionnées en prenant en compte le besoin de renouvellement d'air.
- Généralement, les entrées d'air sont placées uniquement dans les locaux à pollution non spécifique (balayage de l'air).



- Elles doivent être éloignées le plus possible de toute source de pollution (rejet d'air vicié, véhicules...). La réglementation (RSDT) impose 8 m en tertiaire mais il convient souvent d'augmenter ce minimum en fonction des conditions du site (vents dominants...).
- Elles doivent être installées de façon étanche dans la paroi ou la menuiserie.



- Leur nettoyage doit être réalisé au minimum tous les ans (obturation, encrassement...).



Définitions (Code du Travail)

Locaux à pollution non spécifique :

locaux dans lesquels la pollution est liée à la seule présence humaine, à l'exception des locaux sanitaires

Locaux à pollution spécifique :

locaux dans lesquels des substances dangereuses ou gênantes sont émises sous forme de gaz, aérosols solides ou liquides autres que celles qui sont liées à la seule présence humaine, locaux pouvant contenir des sources de micro-organismes potentiellement pathogènes et locaux sanitaires

Filtre à air

Des filtres correctement dimensionnés, installés et fréquemment remplacés contribueront à une meilleure QAI.

Il existe 2 types de filtre à air :

- Particulaire : Selon l'EN779, les filtres fins de F5 à F9 permettent d'épurer l'air atmosphérique d'une pollution particulaire. Ils peuvent être protégés des particules de taille supérieure à 1 μm par des filtres grossiers de G1 à G4,
- Moléculaire : Ces filtres utilisant par exemple du charbon actif permettent d'épurer l'air des COV.



Les recommandations pour le dimensionnement sont :

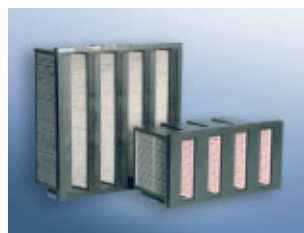
Air Neuf			Extraction	Recyclage
1 ^{er} étage	2 ^{ème} étage	Si 1 étage	F5	F5 / F7
F5 / F7	F7 / F9	F7		

Le taux de poussières, les pollutions locales et leurs variations saisonnières doivent être pris en compte.

Le filtre est optimisé pour un temps de fonctionnement, et son efficacité doit être assurée tout au long de sa durée de vie. La régulation du ventilateur doit être prévue pour maintenir le débit d'air neuf requis au fur et à mesure de l'encrassement*.

(*) Recommandations de pertes de charge finales pour le dimensionnement des ventilateurs (EN13053) :

- 150 Pa filtres d'efficacité G1 à G4 compris
- 200 Pa filtres d'efficacité F5 à F7 compris
- 300 Pa filtres d'efficacité F8 à F9 compris



Le montage des filtres doit être étanche.



Les filtres doivent être remplacés (en se protégeant) dès que le débit est inférieur au débit minimal pour assurer le taux de renouvellement en air neuf ou que la perte de charge finale est atteinte. Ils doivent être remplacés au minimum une fois par an et il convient de tenir compte de la saisonnalité (pollens) pour choisir les périodes de remplacement.

NB : Lorsque les filtres vieillissent, ils sont susceptibles d'émettre une pollution olfactive.

Récupérateur de chaleur

Les récupérateurs ou échangeurs de chaleur permettent de transférer la chaleur de l'air extrait à l'air neuf. De nombreux types d'échangeurs de chaleur existent : échangeurs à plaques, échangeurs rotatifs, caloducs...



- Une étanchéité correcte entre le passage de l'air neuf et celui de l'air extrait doit être assurée, de façon à ne pas polluer l'air neuf.



- Les ventilateurs doivent être positionnés de façon à maintenir l'air neuf en surpression.
- L'évacuation des condensats ainsi qu'un bypass doivent être prévus.



- Les échangeurs doivent être nettoyés au minimum tous les ans.



L'évacuation des condensats doit être bien conçue (pas des ailettes de la batterie optimisée), dimensionnée, installée et nettoyée pour éviter la prolifération de micro-organismes dans une eau stagnante.

Batterie chaude ou froide

Les batteries servent à refroidir ou chauffer l'air soufflé.

Les risques majeurs liés à la qualité de l'air intérieur sont :



- un mauvais dimensionnement (puissance à fournir, surface d'échange, vitesse),
- une non-uniformité du flux d'air (qualité de l'échange),
- une vitesse de passage d'air trop élevée (risque d'entraînement de l'eau condensée),



- les remontées de bactéries et d'odeurs des égouts : à éviter au moyen d'un siphon,
- les défauts d'étanchéité (fuites, débit d'air non traité, variation de température),



- l'encrassement (échange thermique faible, condensation) : les batteries et le bac de condensats doivent être nettoyés au minimum tous les ans.

Caisson d'humidification

Plusieurs types d'humidificateurs existent : humidificateur à vapeur, à pulvérisation, à ruissellement... Quand une humidification de l'air est nécessaire :



- Le passage de l'air ne doit pas entraîner de gouttelettes.
- Le recyclage, pouvant véhiculer des micro-organismes, doit être évité.



- Pour les humidificateurs autres qu'à vapeur, un filtre de porosité bactériologique (0,4 µm) peut être installé.



- L'eau utilisée doit être propre et changée régulièrement pour ne pas favoriser la prolifération de micro-organismes.
- **L'humidificateur doit être vide et sec quand il n'est pas utilisé, et il doit être régulièrement nettoyé quelle que soit son utilisation.**
- Les cartouches de désalinisation ou de déminéralisation sont susceptibles d'émettre des COV suivant leur matériau.

Caisson de ventilation mécanique



- **Le ventilateur doit être soigneusement dimensionné pour assurer correctement la ventilation sur la plage de fonctionnement prévue, y compris au cours du temps (encrassement du réseau, des filtres...).**
- Le ventilateur de soufflage ne doit pas amener de pollution supplémentaire.



- L'installation et le raccordement doivent être bien réalisés pour ne pas perturber le fonctionnement du ventilateur.
- L'étanchéité du caisson doit être en adéquation avec le niveau de filtration installé (voir EN1886 pour le tertiaire) pour limiter les fuites et les infiltrations.



- Le caisson doit être correctement entretenu (nettoyage des pales, vérification de la courroie et du sens de rotation...), au minimum tous les ans.



Extracteur statique ou stato-mécanique

Les extracteurs statiques ou stato-mécaniques sont les extracteurs des systèmes de ventilation naturelle ou naturelle mécanique.



- L'extracteur doit être soigneusement dimensionné, son coefficient de dépression quand il débite doit en particulier être vérifié à partir de sa courbe caractéristique.
- L'extracteur doit être de classe B selon la norme P50-413.



- La mise en oeuvre de l'extracteur sur la souche doit être parfaitement étanche.



- L'extracteur doit être entretenu (pales, roulements, connexions électriques, ...) au minimum tous les ans.

Caisson de recyclage

Le recyclage de l'air sert au maintien en température d'un local ou d'un groupe de locaux.



- Le recyclage vers d'autres locaux est interdit dans les locaux à pollution spécifique. Ceci est strictement réglementé dans le Code du Travail.
- Le recyclage doit être évité dans les locaux avec des pollutions de type fumée de cigarette.
- La reprise de l'air servant au recyclage ne doit pas être située dans un endroit pollué ou empoussiéré (ex : intérieur du faux-plafond). En déplacement d'air, les reprises en hauteur où sont entraînés les polluants conviennent peu au recyclage.



- Le volet d'air neuf doit être correctement positionné pour qu'il n'y ait pas sous-ventilation.
- Si le débit varie, le registre doit être impérativement motorisé pour maintenir une quantité d'air neuf suffisante.
- La norme EN 13053 préconise les efficacités de mélange minimum et définit des classes d'étanchéité.



- Une inspection visuelle des registres doit être menée tous les ans.



Réseau de ventilation

Le réseau de ventilation joue un rôle très important dans la QAI.



- Les matériaux et la fabrication des conduits et composants peuvent occasionner des pollutions olfactives, dues par exemple aux COV dégagés par les conduits plastiques, ou les résidus huileux sur les parois internes.



- Les parois internes des conduits doivent être exemptes de pièges à poussière et ne doivent pas retenir l'humidité.
- Le réseau doit être bien équilibré pour ne pas entraîner de sous et de sur-ventilation de certains locaux.
- Il doit également être étanche pour limiter les déperditions énergétiques et assurer un débit correct (cf prEN 12237, prEN 1507).



- Les conduits souvent entreposés durant de longues périodes sur chantier ne doivent pas être laissés sans protection, pour éviter leur encrassement.
- **Installé, le réseau doit être accessible pour pouvoir être nettoyé au minimum tous les ans.**
- Le réseau de soufflage, transportant l'air à destination des locaux, est soumis à des contraintes de propreté plus sévères que le réseau d'extraction (ENV 12097).
- Pour éviter la croissance des micro-organismes, le taux d'humidité doit être toujours inférieur à 80% en tout point du réseau.

Bouche et diffuseur



- Les diffuseurs d'air doivent être sélectionnés en fonction du débit d'air, de la vitesse résiduelle souhaitée, du niveau de bruit admis, et de la géométrie du local. L'efficacité de ventilation dépend aussi de cette diffusion.



- Leur emplacement dans la pièce doit tenir compte des obstacles éventuels, des vitrages, des faux plafonds, afin d'avoir une circulation de l'air correcte.
- Les grilles de reprise ou bouches d'extraction ne doivent pas être placées directement dans la zone d'introduction de l'air neuf, afin d'éviter tout court-circuitage du trajet de l'air soufflé.



- Les terminaux doivent être régulièrement nettoyés, au minimum tous les ans pour les diffuseurs, et tous les six mois pour les bouches d'extraction.



RÉFÉRENCES

Guide Uniclimate Climatisation et Santé – 1999 – Ed.SEPAR

Guide pratique sur la modulation des débits de ventilation – 2001 – CETIAT – www.cetiat.fr

Ventilation performante dans les écoles – Guide de conception – 2001 – CETIAT – www.cetiat.fr

Solutions de ventilation dans l'habitat individuel – 2002 – COSTIC

AIRLESS, Final Report – Février 2001 – TNO Building and Construction Research

Conception d'une installation de diffusion d'air – Uniclimate – Ed.SEPAR

Guide MAP n°8 : Mise au point aéraulique – 1995 – AICVF, COSTIC

Arrêté du 24 mars 1982, mod.83 – Dispositions relatives à l'aération des logements

RSDT – Règlement Sanitaire Départemental Type

Code du Travail – Sous-section 1 : aération, assainissement

Arrêté du 29 novembre 2000 – Réglementation thermique 2000

XPP50-410 – Juillet 1995 – Référence DTU 68.1 – Installations de ventilation mécanique contrôlée – Règles de conception et de dimensionnement

NF EN 13779 – Octobre 2003 – Ventilation des bâtiments – Exigences de performances des systèmes de ventilation et de conditionnement d'air

NF EN 779 – Février 2003 – Filtres à air de ventilation générale pour l'élimination des particules – Détermination des performances de filtration

Pr NF EN 13053 – 2003 – Ventilation des bâtiments – Caissons de traitement d'air – Classification et performance des caissons, composants et sections

NF EN 1886 – Ventilation des bâtiments – Caissons de traitement d'air – Performance mécanique

P50-413 – Août 1993 – Ventilation – Conduits de ventilation naturelle et conduits de fumée – Code d'essai et classement des extracteurs statiques

PrEN 1507 – Ventilation des bâtiments – Réseau de conduits – Résistance et étanchéité des conduits rectangulaires en tôle

NF EN 12237 – Juin 2003 – Ventilation des bâtiments – Réseau de conduits – Résistance et étanchéité des conduits circulaires en tôle

NF ENV 12097 – Ventilation des bâtiments – Réseau de conduits – Prescriptions relatives aux composants destinés à faciliter l'entretien des réseaux de conduits

Les locaux contiennent toujours des polluants d'origines diverses, qu'il faut impérativement évacuer pour la santé, le confort des occupants et la conservation du bâti. Cette fonction est assurée par les systèmes de ventilation.

Ces derniers comportent de nombreux composants, nécessaires pour assurer les fonctions de circulation, filtration, chauffage ou refroidissement de l'air.

Le dimensionnement, l'installation ou l'entretien de ces composants sont essentiels pour assurer une bonne qualité d'air à l'intérieur des locaux.

Ce guide fournit donc des recommandations et règles pratiques sur les installations de ventilation et conditionnement d'air.



ADEME

