



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

**VMC SIMPLE FLUX EN HABITAT
COLLECTIF**

**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT,
INSTALLATION ET MISE EN SERVICE,
ENTRETIEN ET MAINTENANCE**

FEVRIER 2013

RENOVATION

ÉDITO

Le Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

Alain MAUGARD

Président du Comité de pilotage du Programme
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »
Président de QUALIBAT



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

AVANT-PROPOS

Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

Les **Recommandations Professionnelles** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

Les **Guides** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

Les **Calepins de chantier** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

Les **Rapports** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

Les **Recommandations Pédagogiques** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr>



Sommaire

| | |
|--|-----------|
| 1 - DOMAINE D'APPLICATION | 7 |
| 2 - REFERENCES | 9 |
| 2.1. • Références réglementaires | 9 |
| 2.2. • Références normatives | 10 |
| 2.3. • Autres documents | 11 |
| 3 - LES DIFFERENTS SYSTEMES DE VMC | 13 |
| 3.1. • Description de la VMC simple flux | 13 |
| 3.2. • La fonction de la VMC | 14 |
| 3.2.1. • Le confort et l'hygiène | 14 |
| 3.2.2. • La préservation du bâti | 14 |
| 3.2.3. • Les économies d'énergie | 15 |
| 3.3. • Les différentes technologies de VMC simple flux | 15 |
| 3.3.1. • VMC simple flux autoréglable | 15 |
| 3.3.2. • VMC simple flux équipée de bouches d'extraction fixes | 15 |
| 3.3.3. • VMC simple flux hygroréglable | 16 |
| 3.3.4. • VMC gaz | 17 |
| 3.4. • Les textes réglementaires | 17 |
| 3.4.1. • Sanitaire | 18 |
| 3.4.2. • Acoustique | 19 |
| 3.4.3. • Thermique | 21 |
| 3.4.4. • Sécurité incendie | 21 |
| 4 - L'ETUDE DE FAISABILITE POUR L'INSTALLATION D'UNE VMC | 22 |
| 4.1. • Le diagnostic du bâtiment | 22 |
| 4.2. • Le diagnostic du système de ventilation existant | 23 |
| 4.2.1. • Absence de ventilation | 23 |
| 4.2.2. • Présence de conduits de ventilation naturelle | 25 |
| 4.2.3. • Présence d'une VMC | 25 |
| 4.3. • Environnement du bâtiment | 30 |
| 4.4. • Scénarii de remplacement | 30 |
| 4.4.1. • Création d'une ventilation en fonction de la présence de conduits verticaux | 30 |
| 4.4.2. • Création d'une VMC en présence de conduits de ventilation naturelle .. | 31 |
| 4.4.3. • Amélioration du système de ventilation existant | 32 |
| 4.5. • Synthèse | 34 |
| 5 - CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT | 35 |
| 5.1. • Les entrées d'air | 35 |
| 5.1.1. • Les différents types d'entrées d'air | 35 |
| 5.1.2. • Le dimensionnement des entrées d'air | 37 |
| 5.1.3. • Les caractéristiques acoustiques | 38 |
| 5.2. • Les passages de transit | 39 |
| 5.3. • Les bouches d'extraction | 40 |
| 5.3.1. • Les différents types de bouches d'extraction | 40 |



| | |
|--|----|
| 5.3.2. • Le dimensionnement des bouches d'extraction | 42 |
| 5.4. • <i>Le réseau de conduits</i> | 42 |
| 5.4.1. • Les différents types de conduits | 42 |
| 5.4.2. • Les caractéristiques vis-à-vis de la protection incendie | 45 |
| 5.4.3. • Les vitesses limites | 45 |
| 5.4.4. • Le dimensionnement des conduits | 46 |
| 5.5. • <i>Le caisson d'extraction</i> | 47 |
| 5.5.1. • Les caractéristiques aérauliques | 47 |
| 5.5.2. • Les caractéristiques électriques du moteur du ventilateur | 48 |
| 5.5.3. • Les caractéristiques vis-à-vis de la protection incendie | 48 |
| 5.5.4. • Les caractéristiques acoustiques du caisson d'extraction..... | 49 |
| 5.5.5. • Le dimensionnement du caisson d'extraction..... | 49 |
| 5.5.6. • L'accès au caisson d'extraction | 50 |
| 5.5.7. • Le raccordement électrique | 50 |
| 5.6. • <i>Le rejet d'air</i> | 50 |
| 5.7. • <i>Les trappes d'accès</i> | 51 |
| 5.8. • <i>Synthèse du dimensionnement</i> | 51 |

6 - INSTALLATION..... 53

| | |
|---|----|
| 6.1. • <i>Recommandations générales</i> | 53 |
| 6.2. • <i>Assurer l'étanchéité des réseaux</i> | 55 |
| 6.3. • <i>L'installation des entrées d'air</i> | 57 |
| 6.3.1. • Emplacement général | 57 |
| 6.3.2. • Installation des entrées d'air en menuiserie..... | 57 |
| 6.3.3. • Installation des entrées d'air en maçonnerie | 57 |
| 6.3.4. • Installation des entrées d'air hygroréglables | 57 |
| 6.4. • <i>Les passages de transit</i> | 57 |
| 6.5. • <i>L'installation des bouches d'extraction</i> | 58 |
| 6.5.1. • Emplacement général | 58 |
| 6.5.2. • Installation des bouches hygroréglables | 59 |
| 6.6. • <i>Raccordement des conduits et accessoires</i> | 59 |
| 6.6.1. • Accessoires à joint..... | 59 |
| 6.6.2. • Accessoires sans joint | 60 |
| 6.6.3. • Raccordement de la bouche d'extraction au conduit de liaison | 60 |
| 6.6.4. • Raccordement du conduit de liaison au collecteur vertical..... | 61 |
| 6.6.5. • Raccordement entre conduits..... | 62 |
| 6.6.6. • Raccordement des tés-souche et des bas de colonne | 63 |
| 6.6.7. • Mise en place de trappes de visite | 64 |
| 6.6.8. • Traversée de paroi et de plancher | 64 |
| 6.7. • <i>L'installation du caisson d'extraction</i> | 64 |
| 6.7.1. • Pose du caisson d'extraction | 64 |
| 6.7.2. • Raccordement du caisson d'extraction au collecteur horizontal..... | 65 |
| 6.7.3. • Entraînement du moteur du caisson d'extraction | 66 |
| 6.7.4. • Raccordement du rejet du caisson d'extraction..... | 66 |
| 6.7.5. • Raccordement électrique du caisson de ventilation..... | 68 |

7 - MISE EN SERVICE ET MISE EN MAIN..... 69

8 - ENTRETIEN ET MAINTENANCE 70

| | |
|---|----|
| 8.1. • <i>Les spécifications réglementaires</i> | 70 |
| 8.1.1. • Les spécifications générales | 70 |
| 8.1.2. • Les spécificités de la VMC gaz..... | 70 |
| 8.2. • <i>L'entretien d'une installation de VMC</i> | 71 |
| 8.2.1. • L'entretien des entrées d'air..... | 71 |
| 8.2.2. • L'entretien des bouches d'extraction | 71 |
| 8.2.3. • L'entretien du caisson d'extraction | 72 |
| 8.3. • <i>L'hygiénisation d'une installation de VMC</i> | 73 |
| 8.3.1. • Nécessité de l'hygiénisation..... | 73 |



| | |
|--|----|
| 8.3.2. • Le diagnostic préalable | 75 |
| 8.3.3. • L'opération d'hygiénisation | 76 |

DOMAINE D'APPLICATION

1



La qualité d'un système de ventilation et sa contribution d'une part à la qualité de l'air et d'autre part à la maîtrise des consommations énergétiques ne peuvent se réduire à un taux de renouvellement d'air théorique. La performance du système dépend de sa conception initiale, des produits et des équipements utilisés dans le bâtiment, mais également de l'installation (qualité de mise en œuvre et coordination entre les différents corps de métier) et des conditions d'exploitation et de maintenance.

L'optimisation du système de ventilation, sa bonne prise en compte dès la conception d'un ouvrage et sa bonne maintenance durant la vie du bâtiment apparaissent donc incontournables au regard de ces enjeux.

L'amélioration du système de ventilation aura un impact d'autant plus important sur les pertes thermiques que la rénovation du bâti aura été effectuée.

Ces Recommandations professionnelles concernent les systèmes de ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux mis en œuvre en habitat collectif existant dans le cadre de travaux de rénovation.

Elles s'appuient sur les exigences du NF DTU 68.3 qui concerne la conception et la mise en œuvre des installations nouvelles de ventilation mécanique contrôlée dans l'habitat.

Elles spécifient les règles techniques :

- de conception et de dimensionnement ;
- d'installation et de mise en service ;
- d'entretien et de maintenance.

Ces Recommandations ne s'appliquent que lorsque l'installation de ventilation coexiste avec tout type d'appareil à circuit de combustion étanche, tout type d'appareil à combustion installé dans un local



spécifique ou tout type d'appareil à combustion couvert par la réglementation relative aux règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustibles et d'hydrocarbures liquéfiés situées à l'intérieur des bâtiments d'habitation ou de leurs dépendances.

D'autres alternatives existent pour rénover un système de ventilation existant (ventilation naturelle assistée, ventilation basse pression,...). Ces techniques ne font pas l'objet de ces Recommandations professionnelles. Certaines seront traitées dans d'autres productions du programme Règles de l'art Grenelle de l'environnement 2012.

REFERENCES

2



2.1. • *Références réglementaires*

- Arrêté du 14 novembre 1958 relatif à l'aération des logements
- Arrêté du 22 octobre 1969 relatif à l'aération des logements
- Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT)
- Arrêté du 24 mars 1982 modifié relatif aux dispositions relatives à l'aération des logements
- Arrêté du 28 octobre 1983 modifiant l'article 4 de l'arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements
- Arrêté du 25 avril 1985 modifié relatif à la vérification et l'entretien des installations collectives de Ventilation Mécanique Contrôlée-Gaz
- Arrêté du 31 janvier 1986 modifié relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation
- Arrêté du 30 mai 1996 modifié relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit
- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation
- Décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique
- Arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants
- Arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1000 mètres carrés,





lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants

- Décret du 27 novembre 2008 relatif à la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone

2.2. • *Références normatives*

- NF DTU 68.3 P1-1-1 Installations de ventilation mécanique – Partie 1-1-1 Règles générales de calcul, dimensionnement et mise en œuvre – Cahier des clauses techniques types
- NF DTU 68.3 P1-1-2 Installations de ventilation mécanique – Partie 1-1-2 Ventilation mécanique contrôlée autoréglable – Règles de calcul, dimensionnement et mise en œuvre – Cahier des clauses techniques types
- NF DTU 68.3 P1-1-3 Installations de ventilation mécanique – Partie 1-1-3 Ventilation mécanique contrôlée gaz – Règles de calcul, dimensionnement et mise en œuvre – Cahier des clauses techniques types
- NF DTU 61.1 Installations de gaz dans les locaux d'habitation
- NF E 51-713 Octobre 2005 – Composants de ventilation mécanique contrôlée – Bouches d'extraction pour VMC – Caractéristiques et aptitude à la fonction
- NF E 51-732 Novembre 2005 – Composants de ventilation mécanique contrôlée – Entrées d'air en façade – Caractéristiques et aptitude à la fonction
- NF C 15-100 Octobre 2010 – Installations électriques à basse tension
- NF EN 1505 Octobre 1998 – Ventilation des bâtiments – Conduits en tôle et accessoires à section rectangulaire – Dimensions
- NF EN 1506 Septembre 2007 – Ventilation des bâtiments – Conduits en tôle et accessoires à section circulaire – Dimensions
- NF EN 13141-1 Août 2004 – Ventilation des bâtiments, Essais de performance des composants/produits pour la ventilation des logements – Partie 1 : Dispositifs de transfert d'air montés en extérieur et intérieur
- NF EN 13141-2 Septembre 2010 – Ventilation des bâtiments – Essais des performances des composants/produits pour la ventilation des logements – Partie 2 : Bouches d'air d'évacuation et d'alimentation
- NF EN 13141-4 Août 2011 – Ventilation des bâtiments – Essais de performance des composants/produits pour la ventilation des logements – Partie 4 : Caisson d'extractions utilisés dans les systèmes de ventilation des logements
- NF EN 13141-5 Février 2005 – Ventilation des bâtiments – Essais

des performances des composants/produits pour la ventilation des logements – Partie 5 : Extracteurs statiques et dispositifs de sortie en toiture

- NF EN 13141-6 Août 2004 – Ventilation des bâtiments – Essais de performance des composants/produits pour la ventilation des logements – Partie 6 : Kits pour systèmes de ventilation par extraction pour logement individuel
- NF EN 13141-9 Juillet 2008 – Ventilation des bâtiments – Essais de performance des composants/produits pour la ventilation des logements – Partie 9 : Dispositif de transfert d'air hygroréglable monte en extérieur
- NF EN 13141-10 Juin 2008 – Ventilation des bâtiments – Essais de performance des composants/produits pour la ventilation des logements – Partie 10 : Bouche d'extraction d'air hygroréglable
- NF EN 12237 Juin 2003 – Ventilation des bâtiments – Réseau de conduits – Résistance et étanchéité des conduits circulaires en tôle
- NF EN ISO 717-1 Août 1997 – Acoustique – Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie 1 : Isolement aux bruits aériens

2.3. • *Autres documents*

- Système de ventilation hygroréglable – Cahier des Prescriptions Techniques communes – Cahier n°3615 – Avril 2008
- Comment concevoir une protection satisfaisante des bâtiments vis-à-vis des bruits extérieurs – CSTB – Cahier n°1855 – Juin 1983
- Exemples de solutions pour faciliter l'application du règlement de construction – CSTB – Cahier n°124 – Novembre 1971
- Installations de ventilation mécanique contrôlée combinée avec l'extraction des gaz brûlés d'appareils de chauffage ou de production d'eau chaude raccordés – Dispositif de sécurité collective – Règles interprofessionnelles – COPREC DC/NR/5 – Janvier 1991
- Référentiel de certification Ventilation mécanique contrôlée – N° d'application : NF 205
- Référentiel de certification Entrées d'air autoréglables – N° d'application : NF 173
- Réussir l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et des réseaux – CETE de Lyon et ADEME – 2009
- Hygiénisation des installations de ventilation – COSTIC publications – Avril 2009



- **Rénovation des conduits de fumée – Installation de chaudières individuelles à condensation gaz naturel – GrDF – COSTIC – Edition 2012**
- **Bruit des équipements – Collection des guides de l'AICVF n°11 – 1997**

LES DIFFERENTS SYSTEMES DE VMC

3

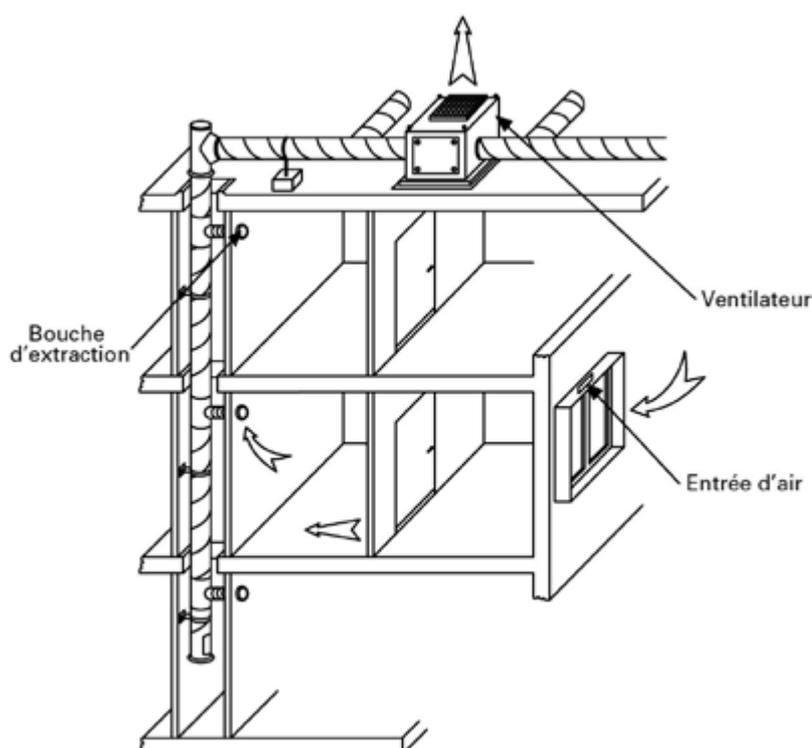


3.1. • Description de la VMC simple flux

L'amenée d'air naturelle est réalisée dans les pièces principales (séjour, chambres), transite par les couloirs et l'extraction mécanique de l'air vicié se fait dans les pièces de service (cuisine, WC, salle de bains).

Le rejet d'air vers l'extérieur est assuré par un caisson d'extraction.

Il existe trois grandes familles de VMC : autoréglable, hygroréglable et gaz.



▲ Figure 1 : Principe d'une installation de VMC en habitat collectif



3.2. • La fonction de la VMC

Le système de ventilation a pour rôle d'apporter des conditions d'ambiance intérieure permettant d'assurer le confort et la santé des occupants tout en préservant le bâtiment.

Les missions fondamentales de la ventilation sont :

- apporter l'air hygiénique nécessaire aux occupants ;
- évacuer les odeurs et les polluants accumulés par l'activité humaine ;
- éliminer l'excès d'humidité.

Ces fonctions de base sont à compléter par des contraintes :

- limiter les consommations énergétiques ;
- éviter la propagation du bruit ;
- limiter la propagation du feu d'un logement vers un autre logement ;
- fournir aux appareils de combustion l'air comburant nécessaire, dans le cas de la VMC gaz.

On peut classer ces points en trois catégories : la première concernant l'hygiène et le confort des occupants, la deuxième orientée sur la préservation du bâtiment et la dernière sur les économies d'énergie.

3.2.1. • Le confort et l'hygiène

Il s'agit de la fonction première de la ventilation.

De la simple présence humaine aux activités domestiques en passant par l'utilisation de certains produits et matériaux, tout est source de pollution au sein d'un local.

Le confort des occupants est aussi dépendant de la vitesse de l'air circulant dans les pièces. Il est important que le renouvellement de l'air se fasse sans courant d'air. Le débit entrant dans le logement doit donc être proche de celui extrait afin que le logement reste en légère dépression.

Enfin, le bruit engendré par les systèmes de ventilation doit être limité. Ce bruit est créé d'une part par le (ou les) caissons d'extraction, et d'autre part, par l'air circulant dans les réseaux de conduits. Ce critère entre en compte dans le choix des extracteurs et des diamètres des conduits installés.

3.2.2. • La préservation du bâti

Du point de vue de la préservation du bâtiment, la ventilation permet de « réguler » l'humidité dans les locaux. On estime que l'humidité relative de l'air ramenée à la température intérieure de la paroi doit rester, en moyenne, inférieure à 75 % pour éviter le développement de moisissures et réduire au minimum celui des acariens.



Pour le confort des occupants, il est indispensable de maintenir une humidité relative minimale de 30 %, afin d'éviter les effets désagréables de dessèchement des muqueuses nasales et des lèvres. L'humidité est donc une des composantes majeures de la caractérisation de la notion de confort.

3.2.3. • Les économies d'énergie

Dans le contexte énergétique, la ventilation prend une place de plus en plus importante. En effet, le fait qu'elle soit d'un côté indispensable au confort et de l'autre énergivore nécessite une réglementation visant d'une part à garantir un confort et une hygiène maximale et de l'autre une consommation minimale.



L'enjeu de la ventilation est de concilier la qualité de l'air intérieur à la performance énergétique.

3.3. • Les différentes technologies de VMC simple flux

Il existe divers types d'installations de VMC en fonction des différentes entrées d'air et bouches d'extraction composant le système.

3.3.1. • VMC simple flux autoréglable

Une installation de VMC simple flux autoréglable comporte des entrées d'air et des bouches d'extraction autoréglables. Cette technologie présente l'avantage de permettre une admission d'air neuf dans le logement indépendante des conditions extérieures.

Les bouches d'extraction se caractérisent par un dispositif permettant de modifier automatiquement la section de passage de l'air pour maintenir un débit constant extrait dans une plage donnée de différence de pression (généralement entre 50 et 150 Pascal).

Les entrées d'air sont également équipées d'un dispositif autoréglable permettant, selon le même principe, de limiter les effets parasites du vent extérieur.

3.3.2. • VMC simple flux équipée de bouches d'extraction fixes

Contrairement aux bouches d'extraction autoréglables, les bouches fixes ne permettent pas de garantir un débit constant sur une plage de pression définie.

Cette technique est désormais peu utilisée en habitat.



3.3.3. • VMC simple flux hygroréglable

Une installation de VMC simple flux hygroréglable se caractérise par la variation du renouvellement d'air en fonction du taux d'humidité présent dans la pièce.

La modulation du débit d'air est effectuée grâce à un volet de réglage (ou une membrane pour les modèles plus anciens) couplé à une tresse (composée de fils textiles) sensible à l'hygrométrie environnante.

Ainsi, plus la teneur en humidité de la pièce est importante, plus la section de passage de l'air vicié (et donc le débit extrait) est important, et inversement.

Il existe sur le marché deux systèmes de VMC simple flux hygroréglable, selon que les entrées d'air sont autoréglables ou hygroréglables ¹ (Figure 2) :

- VMC hygroréglable de type A ;
- VMC hygroréglable de type B.

| | VMC hygroréglable de type A | VMC hygroréglable de type B |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Entrées d'air | autoréglables | hygroréglables |
| Bouches d'extraction | hygroréglables | Hygroréglables |

▲ Figure 2 : Caractéristiques des entrées d'air et des bouches d'extraction selon le type de système hygroréglable

COMMENTAIRE

Le système hygroréglable est considéré comme innovant. Sa mise en œuvre est soumise à Avis Technique.

Les Avis Techniques doivent répondre à des prescriptions techniques communes regroupées dans le Cahier des Prescriptions Techniques communes.

COMMENTAIRE

Le Cahier des Prescriptions Techniques communes aux Avis Techniques apporte des restrictions quant à l'association d'un système de chauffage ou de rafraîchissement à recirculation d'air. Les dispositions particulières doivent être explicitement indiquées dans les Avis Techniques correspondants.



Dans le cas d'un dégagement faible d'humidité mais d'une concentration importante d'autres polluants (plantes, bricolage, cigarettes par exemple), la ventilation hygroréglable ne réagit pas.

■ 1 En fonction des Avis Techniques, certains composants peuvent déroger à cette règle. Il convient de se reporter aux Avis Techniques pour la composition exacte des systèmes mis en œuvre.

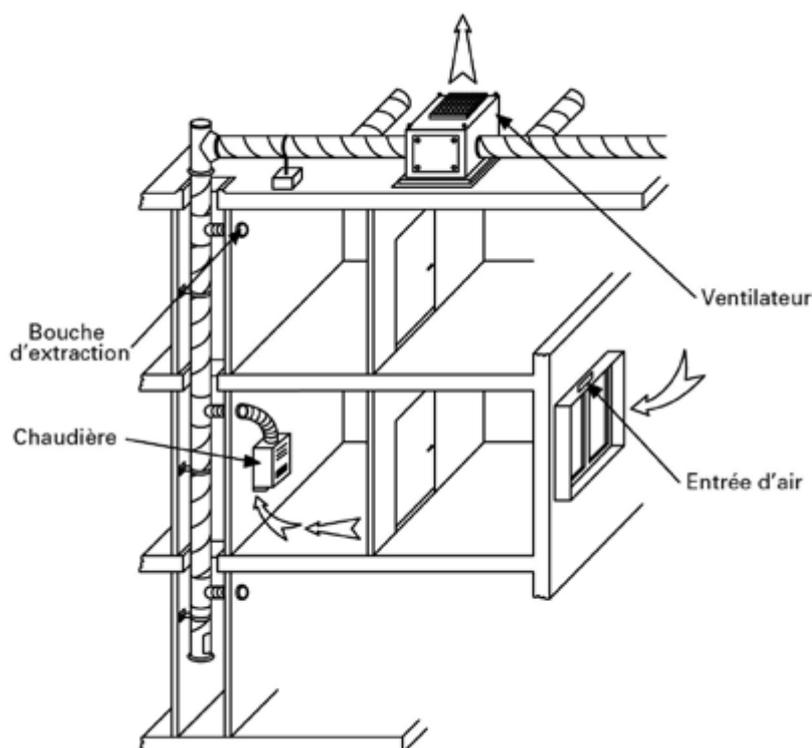
3.3.4. • VMC gaz

Le principe de la VMC gaz est similaire à celui de la VMC simple flux décrite précédemment mais elle assure également l'amenée d'air et l'extraction des produits de combustion des chaudières. Le système est composé de bouches d'extraction spécifiques « gaz » assurant le surcroît de débit à extraire lorsque la chaudière fonctionne et de dispositifs de sécurité individuelle.

La sécurité individuelle des chaudières est complétée par un système de sécurité collective qui assure l'arrêt des chaudières en cas d'arrêt du caisson d'extraction.

Ces dispositions sont décrites dans les Règles interprofessionnelles du COPREC.

La VMC gaz nécessite des précautions spécifiques qui ne sont pas traitées dans les présentes Recommandations. Se reporter au NF DTU 68.3 P1-1-3.



▲ Figure 3 : Installation de VMC gaz

3.4. • Les textes réglementaires

Les bâtiments doivent répondre à la réglementation en vigueur au moment du dépôt de leur permis de construire.

Les différentes réglementations sont listées avec un repère temps dans le tableau de la (Figure 4).

Du point de vue réglementaire, la ventilation doit satisfaire à quatre exigences :

- Sanitaire ;
- Acoustique ;
- Thermique ;
- Sécurité incendie.

3.4.1. • Sanitaire

La VMC doit permettre d'extraire les polluants de l'air intérieur pour maintenir une ambiance saine et agréable.

| Date | Description | Principe |
|------------|--|--|
| Avant 1937 | La ventilation s'effectue par les conduits de cheminée, les défauts d'étanchéité et l'ouverture des ouvrants. | Ventilation aléatoire |
| 1937 | Le Règlement Sanitaire de la ville de Paris fixe les conditions minimales de ventilation. | Ventilation permanente pièce par pièce |
| 1958 | L'arrêté du 14 novembre 1958 généralise le principe de la ventilation permanente pièce par pièce. | |
| 1969 | L'arrêté du 22 octobre 1969, fixe de nouvelles dispositions pour une ventilation générale et permanente | Ventilation générale et permanente |
| 1982 | L'arrêté du 24 mars 1982 fixe les débits extraits et permet un débit minimum en cuisine. La ventilation concerne l'ensemble du logement et s'effectue des pièces principales vers les pièces de service, elle est permanente et ne peut pas être arrêtée ^(a) . | Ventilation générale et permanente + modulation du débit en cuisine |
| 1983 | L'arrêté du 28 octobre 1983 introduit la possibilité de modulation automatique du débit extrait, par exemple en fonction de l'humidité, sous réserve d'une autorisation ministérielle. | Ventilation générale et permanente + modulation du débit en cuisine + modulation automatique |

(a). Des restrictions quant à l'utilisation d'une ventilation générale et permanente sont définies dans l'arrêté du 24 mars 1982 modifié.

▲ Figure 4 : Historique des textes réglementaires relatifs à la ventilation

L'arrêté du 24 mars 1982 modifié, actuellement en application, fixe les débits que doivent pouvoir extraire les dispositifs de ventilation. Ces valeurs sont répertoriées à la (Figure 5).

L'arrêté du 28 octobre 1983 modifiant l'arrêté du 24 mars 1982 autorise une réduction du débit global minimal extrait pour les systèmes asservis (Figure 6).

| Nombre de pièces principales du logement | Débits à extraire pouvant être atteints simultanément ou non (m3/h) | | | | | | |
|--|---|---------|------|---|---------------------|------|--------|
| | global | cuisine | | salle de bains ou de douches commune ou non avec les WC | autres salles d'eau | WC | |
| | | mini | mini | | | maxi | unique |
| 1 | 35 | 20 | 75 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 2 | 60 | 30 | 90 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 3 | 75 | 45 | 105 | 30 | 15 | 15 | 15 |
| 4 | 90 | 45 | 120 | 30 | 15 | 30 | 15 |
| 5 | 105 | 45 | 135 | 30 | 15 | 30 | 15 |



| Nombre de pièces principales du logement | Débits à extraire pouvant être atteints simultanément ou non (m ³ /h) | | | | | | |
|--|--|---------|------|---|---------------------|------|--------|
| | global | cuisine | | salle de bains ou de douches commune ou non avec les WC | autres salles d'eau | WC | |
| | | mini | mini | | | maxi | unique |
| 6 | 120 | 45 | 135 | 30 | 15 | 30 | 15 |
| 7 | 135 | 45 | 135 | 30 | 15 | 30 | 15 |

▲ Figure 5 : Débits à extraire imposés par l'arrêté du 24 mars 1982 modifié

| Nombre de pièces principales | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Débit global minimal en m ³ /h | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |

▲ Figure 6 : Débit global minimal autorisé pour les systèmes asservis selon l'arrêté du 28 octobre 1983

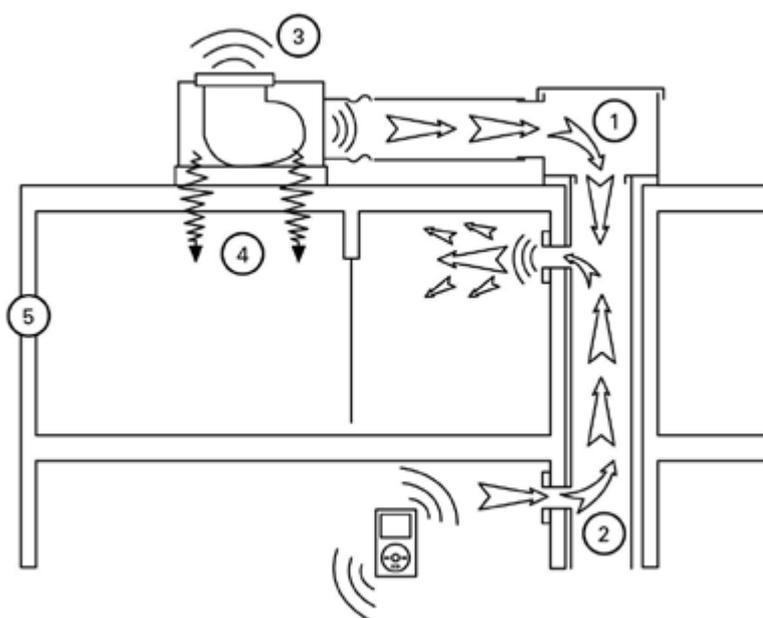
Le décret du 27 novembre 2008 précise les dispositifs à mettre en œuvre pour la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone.

3.4.2. • Acoustique

Afin de réaliser une installation de VMC silencieuse, un grand nombre de points est à considérer.

Le schéma de la (Figure 7) présente les différents bruits rencontrés :

- 1 : bruit généré par le caisson d'extraction et transmis par les conduits,
- 2 : bruit provenant des autres logements,
- 3 : bruit rayonné par le caisson d'extraction à l'extérieur,
- 4 : bruit transmis par le caisson d'extraction à la structure,
- 5 : bruit provenant de l'extérieur.



▲ Figure 7 : Sources sonores transmises par la VMC



L'arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation précise les niveaux à ne pas dépasser.

Bruit généré au niveau des bouches d'extraction (bruits 1 et 2)

Deux paramètres doivent être contrôlés, la pression acoustique et le niveau d'isolement acoustique :

- Le niveau de pression acoustique normalisé $L_{nA,T}$ du bruit engendré par une installation de ventilation mécanique en position de débit minimal est limité à 30 dB(A) dans les pièces principales et 35 dB(A) dans les cuisines de chaque logement.
- L'indice d'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{n,TA}$ entre le local d'un logement, considéré comme local d'émission, et la pièce d'un autre logement du bâtiment est limité aux valeurs données dans le tableau de la (Figure 8).

| Isolement acoustique normalisé $D_{n,TA}$ (dB) | Local de réception : pièce d'un autre logement | |
|---|--|------------------------|
| | Pièce principale | Cuisine et salle d'eau |
| Local d'émission : local d'un logement, à l'exclusion des garages individuels | 53 | 50 |

▲ Figure 8 : Isolement acoustique normalisé entre un local d'émission et un local de réception

Bruit rayonné par le caisson d'extraction à l'extérieur (bruit 3)

Le décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage modifiant le Code de la santé publique fixe les limites du bruit du voisinage qui se caractérise par une émergence sonore maximale par rapport aux bruits dits « résiduels » de :

- 5 dB(A) en période diurne (de 7 h à 22 h) ;
- 3 dB(A) en période nocturne (de 22 h à 7 h).

Bruit provenant de l'extérieur (bruit 5)

L'arrêté du 30 juin 1999 fixe également une valeur de 30 dB pour l'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A,tr}$ des pièces principales et des cuisines vis-à-vis des bruits de l'espace extérieur.

L'arrêté du 30 mai 1996 modifié relatif à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation contre les bruits extérieurs fixe cinq isolements acoustiques (45, 42, 38, 35 et 30 dB(A)) en fonction de la construction de l'immeuble, pour un bâtiment construit dans une rue en U ou en tissu ouvert.



3.4.3. • Thermique

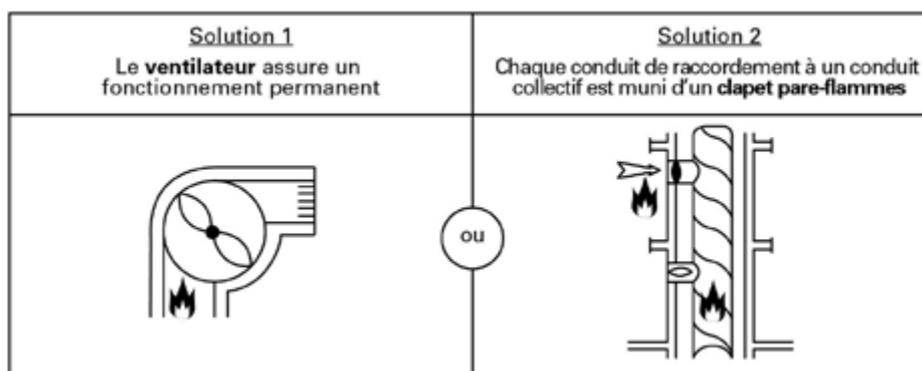
La réglementation thermique relative aux bâtiments existants (arrêté du 3 mai 2007) spécifie que la ventilation doit engendrer le minimum de déperditions thermiques. Son contrôle est donc essentiel.

3.4.4. • Sécurité incendie

Les installations de ventilation doivent être réalisées conformément à l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation.

En habitat collectif, pour lutter contre la propagation du feu d'un logement vers un autre logement par le réseau de ventilation, deux solutions sont possibles (Figure 9) :

- soit le caisson d'extraction fonctionne en permanence ;
- soit chaque conduit de raccordement à un conduit collectif est muni d'un clapet pare-flammes.



▲ Figure 9 : Les deux solutions possibles pour la non-propagation du feu en habitat collectif

L'ETUDE DE FAISABILITE POUR L'INSTALLATION D'UNE VMC

4



4.1. • *Le diagnostic du bâtiment*

Un bâtiment étant soumis à la réglementation en cours au moment de sa construction, les bâtiments collectifs construits avant la publication de l'arrêté du 22 octobre 1969 ne disposent d'aucune ventilation ou ont un système de ventilation naturelle par conduits shunt ou par entrée d'air en partie basse et extraction en partie haute.

Ces bâtiments sont en outre caractérisés par des enveloppes peu étanches à l'air, en particulier ceux construits dans les années 1970. Ils sont par conséquent très énergivores et nécessitent des rénovations qui consistent généralement à renforcer significativement le niveau d'isolation et l'étanchéité à l'air de l'enveloppe.

Dans ces conditions, les systèmes de ventilation naturelle pré-existants ne sont plus opérationnels, faute de dépression suffisante. Il s'ensuit une dégradation sensible de la qualité de l'air intérieur avec un impact sur la santé des occupants, associée à des risques de condensation et de développement de moisissures qui peuvent dans le temps dégrader le bâti.

Il est par conséquent très important de pouvoir disposer de solutions techniques permettant d'assurer les débits de ventilation hygiéniques.

Cependant, un grand nombre de logements à rénover ne se prête pas aisément à la mise en place d'une VMC.

Il est en effet difficile d'implanter dans un bâtiment existant un caisson d'extraction sous toiture et, plus encore, un réseau de conduits qui le relie aux bouches d'extraction des pièces humides (salle de bains, cuisine, WC,...).

Les chapitres qui suivent décrivent comment installer au mieux un système de VMC, en tenant compte des contraintes du bâtiment existant.

4.2. • *Le diagnostic du système de ventilation existant*

Lors de réhabilitations, restructurations ou réaménagements de bâtiments, deux cas peuvent se présenter :

- aucun système de ventilation spécifique n'existe, il est obligatoire d'en créer un ;
- une installation de ventilation est présente mais elle n'est plus adaptée à l'occupation ou aux usages des locaux, l'installation de ventilation va devoir évoluer.

4.2.1. • Absence de ventilation

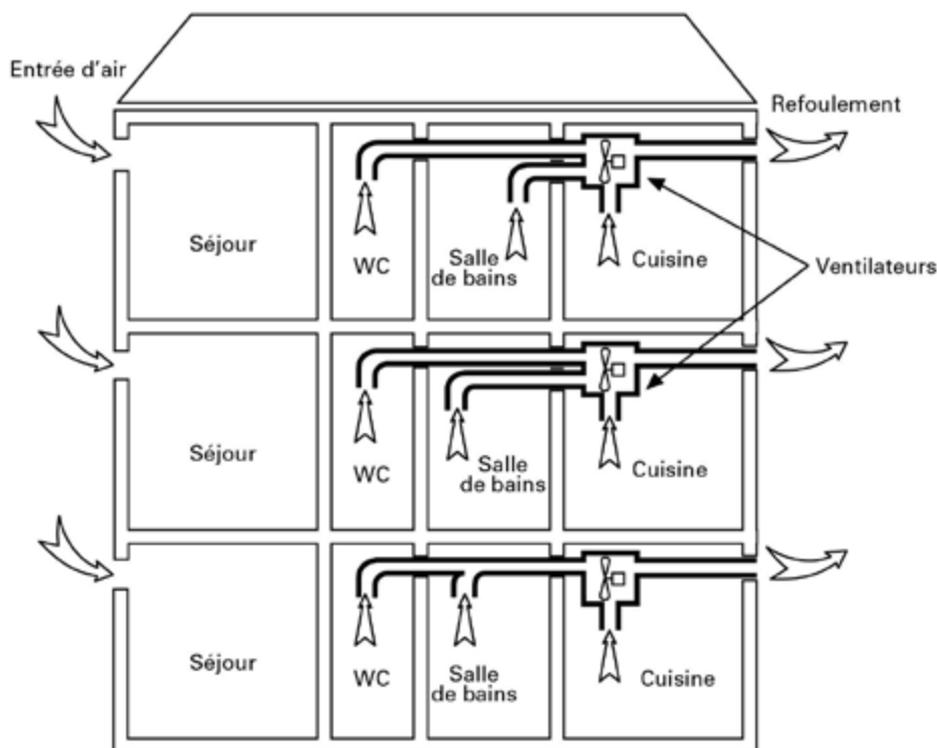
Avant l'arrêté du 14 novembre 1958, les pièces de service ne sont pas équipées systématiquement de conduits d'aération.

Suite à des améliorations apportées à l'enveloppe et au système de chauffage, la mise en place d'une ventilation peut être devenue néanmoins nécessaire afin d'apporter l'air hygiénique.

Aucun conduit n'existant, une ventilation générale du bâtiment de type VMC simple flux n'est pas réalisable.

Une individualisation de la ventilation par logement peut être étudiée au cas par cas. La Ventilation Mécanique Répartie (VMR) repose sur l'installation d'extracteurs individuels par pièce de service (cuisine, salle de bains, WC) ou, comme à la (Figure 10), d'un extracteur par logement associé à des conduits (VMR de type E).

L'étude d'implantation d'une telle solution doit prendre en compte la présence d'appareils à gaz, la hauteur sous plafond et l'esthétique extérieure du bâtiment.



▲ Figure 10 : Exemple d'installation d'une ventilation mécanique répartie (VMR) de type E en logement collectif

Présence d'appareils de chauffage au gaz

Il est impératif de respecter les règles de sécurité quant à l'alimentation en air comburant des appareils à gaz (chaudières, chauffe-eau,...) et à l'évacuation des produits de combustion. Les entrées d'air doivent être dimensionnées selon le NF DTU 61.1.

Hauteur sous plafond

Les logements collectifs construits avant 1958 ont généralement des hauteurs sous plafond supérieures à 2,5 m, rendant possible l'installation d'un caisson d'extraction en faux-plafond.

Le raccordement des bouches au groupe d'extraction peut être réalisé dans chaque pièce par des conduits intégrés dans des soffites.

Esthétique extérieure du bâtiment

La mise en place du refolement des caissons d'extraction de façon désordonnée sur la façade peut entraîner un aspect particulièrement disgracieux qui peut être réhibitoire. Un véritable projet de répartition sur la façade doit être présenté avec une réflexion globale sur l'ensemble de la construction et pas uniquement sur le ou les étages concernés.

La discrétion des grilles doit être un élément déterminant pour réussir la bonne intégration à la construction : sobriété de l'aspect, alignement

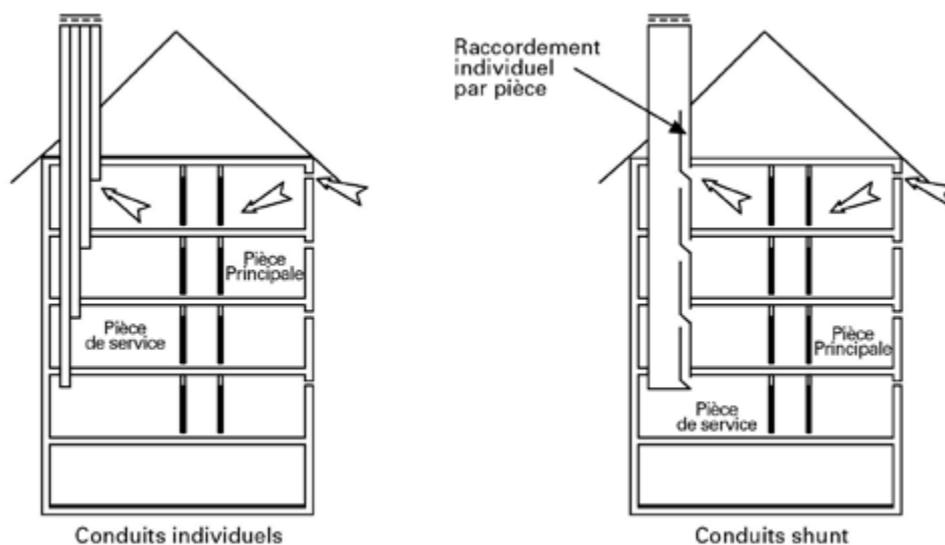
et régularité des emplacements de percages entre eux en lien avec les éléments de la façade (baies, corniches, moulures,...).

4.2.2. • Présence de conduits de ventilation naturelle

Il convient d'étudier dans un premier temps si les conduits sont réutilisables : état, nombre, emplacement, étanchéité, configuration,...

Dans le cas d'un diagnostic négatif, une remise à niveau est alors indispensable (chemisage, tubage,...).

Les éléments non réutilisés doivent être condamnés, comme les entrées d'air en partie basse. Les passages de transit doivent être vérifiés et si nécessaire mis à niveau (Figure 42).



▲ Figure 11 : Différents types de conduits



Le raccordement d'appareils à combustion à des conduits collectifs d'évacuation par tirage naturel n'est pas compatible avec l'installation de VMC.

4.2.3. • Présence d'une VMC

Dans ce cas, l'installation de VMC existe et fonctionne plus ou moins bien. Elle est conforme au cahier des charges mais un diagnostic montre que les performances peuvent être améliorées en termes de qualité d'air, confort thermique, confort acoustique, consommation d'énergie,...

Il convient de déterminer la nature de l'intervention d'amélioration :

- Vétusté du système : il est nécessaire de le rénover en recherchant des solutions plus performantes ;



- Maintenance insuffisante : il faut procéder à l'entretien du système de ventilation ;
- Environnement extérieur modifié : l'immeuble n'est plus dans le même environnement (passage de voies ferrées, routes ou autres constructions), il faut modifier certains principes pour remédier à ces nouvelles contraintes de bruit et/ou de pollution.

Les différents systèmes de VMC ayant existé sont présentés ci-après.

4.2.3.1. • Les bouches d'extraction

Bouches d'extraction à débit fixe (de 1969 à 1982)

L'arrêté du 22 octobre 1969 impose l'aération générale et permanente. Le cahier n°124 du CSTB fixe des valeurs de débit dans des exemples de solutions (Figure 12).

En application de ce nouvel arrêté, les premières bouches d'extraction à débit fixe apparaissent sur le marché.

Elles sont issues des développements de la ventilation dans les bâtiments tertiaires. Elles sont généralement métalliques et assurent leur débit pour une différence de pression importante (de 100 ou 120 Pa) par rapport aux valeurs rencontrées actuellement. L'opercule central se déplace afin de modifier le débit.

Pour effectuer le réglage avec précision, il est nécessaire de lire des abaques qui donnent le débit sous une certaine différence de pression, en fonction du déplacement de l'opercule central. La procédure étant fastidieuse, le réglage n'était généralement pas effectué.

Du fait de l'utilisation du métal dans les salles d'eau, certaines précautions doivent être prises quant aux raccordements diélectriques de la bouche au reste du réseau. A cette fin, des manchettes d'isolation électrique sont associées aux bouches d'extraction.

| Type de logement | Débits en m ³ /h | | |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------|----|
| | Cuisine | Salle de bains | WC |
| Moins de 3 pièces principales | 45-90 | 30 | 30 |
| 3 pièces principales et plus | 60-120 | 30 | 30 |

▲ Figure 12 : Débits d'extraction recommandés selon le cahier n°124 du CSTB

Bouches d'extraction autoréglables (depuis 1982)

L'arrêté du 24 mars 1982 modifié abroge l'arrêté du 22 octobre 1969. Il précise les débits d'extraction par pièces de service en fonction du nombre de pièces principales.

C'est l'apparition des premières bouches autoréglables. Dans leur principe de fonctionnement, les bouches des années 80 sont semblables aux bouches actuelles. Elles doivent garantir une plage de débit dans

une certaine plage de pression. Les plages ne sont cependant pas clairement définies.

Un volet ou une membrane modifie la section libre de passage afin de maintenir le débit dans l'intervalle de fonctionnement défini par l'industriel.

La forme de la bouche est complètement différente de la forme actuelle. Les bouches de cuisine sont très encombrantes et ont une forme triangulaire. Le cadre de fixation est rectangulaire.

En 1992, les bouches d'extraction autoréglables sont couvertes par la norme NF E 51-713.

L'esthétique des bouches devient un élément de choix déterminant. Les grilles de couleur peuvent être changées afin de s'adapter à tous les types d'intérieur. Les bouches mono-débit ou bi-débit ont le même aspect.

Elles sont conçues pour faciliter les opérations de maintenance.

Bouches d'extraction hygroréglables (depuis 1986)

Une bouche hygroréglable est une bouche dont le débit varie en fonction de l'humidité relative ambiante.

Dès 1986, la première génération de bouches hygroréglables (dont le débit varie en fonction de l'humidité relative ambiante) apparaît. Les premiers Avis Techniques de 1987 donnaient une appréciation réservée en raison du manque d'expérience significative sur ce système.

En 1989, les Avis Techniques de deux systèmes différents sont disponibles sur le marché de l'habitat, détenus par deux fabricants. L'un d'eux développe le système d'extraction hygroréglable de type A dont la variation de débit est assurée par un volet. L'autre développe un système d'extraction hygroréglable de type B dont la variation de débit est assurée par une membrane.

En 1989, des fonctions supplémentaires sont ajoutées aux bouches d'extraction.

Les bouches cuisine sont équipées de minuterie ½ heure, ce qui permettra en 1995 de tenir compte d'un coefficient de foisonnement très important au moment du dimensionnement de l'installation complète du réseau.

Un tableau de dimensionnement des entrées d'air est joint à l'Avis Technique.

A partir de 1996, la notion de système devient plus forte et les caissons d'extraction sont décrits dans les Avis Techniques.

En 2001, l'ensemble des fabricants propose un système hygroréglable de type B.



Les bouches d'extraction à membrane sont progressivement remplacées par des bouches à volet. Leurs spécificités sont décrites dans le tableau de la (Figure 13).

| Caractéristiques | Bouche extraction hygroréglable à membrane | Bouche extraction hygroréglable à volet |
|--|--|---|
| Commercialisation actuelle | Non | Oui |
| Module de régulation du débit d'air | Membrane (silicone) | Volet (plastique rigide) |
| Capteur d'humidité | Tresse composée de 8 rubans nylon | Tresse composée de 16 rubans nylon |
| Emplacement du capteur d'humidité | Dans le flux d'air (peu de protection) | Hors du flux d'air (protection supplémentaire par le capot rigide et plein) |
| Mécanisme reliant le capteur d'humidité au module de régulation du débit | Relativement complexe | Simple |

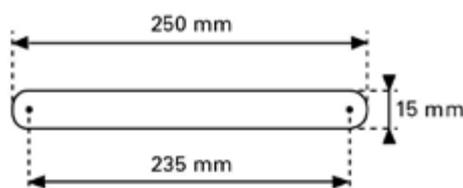
▲ Figure 13 : Spécificités des bouches d'extraction hygroréglables à membrane et à volet

4.2.3.2. • Les entrées d'air

Les entrées d'air ont fait l'objet de nombreuses évolutions au cours des années :

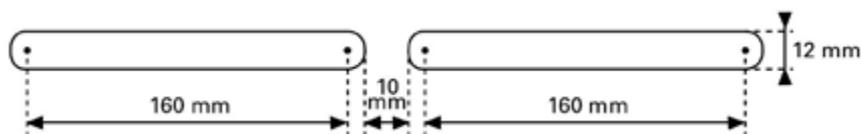
- De 1970 à 1984, les entrées d'air sont de type autoréglable. Elles possèdent un isolement acoustique très faible et sont installées sur les menuiseries (réservation de 250 X15 mm, voir en (Figure 14)). Seuls les modules 15 et 30 existent. Les entrées d'air sont équipées d'un grillage très étroit collé sur celles-ci.
- De 1984 à 1999, les entrées d'air autoréglables restent identiques. Des entrées d'air hygroréglables associées au système d'extraction hygroréglable B voient le jour.
- Depuis 1999, les entrées d'air autoréglables font l'objet d'un droit d'usage de la marque NF 173¹ qui définit une plage de pression et des isollements acoustiques minimaux à respecter.

Pour répondre aux exigences des menuiseries, le gabarit des entrées d'air est modifié. Les entrées d'air deviennent plus longues et moins hautes (Figure 15). Le maillage des grilles anti-moustiques est augmenté. La grille est amovible pour permettre un entretien plus facile.



▲ Figure 14 : Mortaise d'entrée d'air antérieure à 1999

■ 1 La certification est une démarche volontaire non obligatoire.



▲ Figure 15 : Exemple de mortaise d'entrée d'air postérieure à 1999

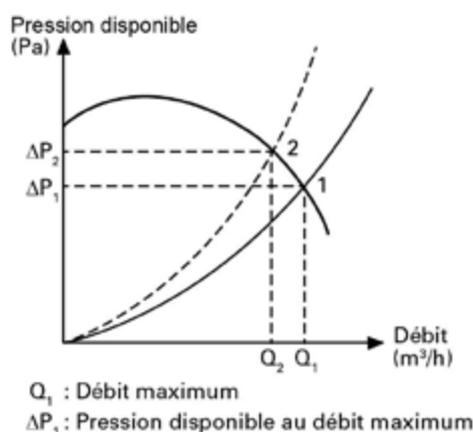
4.2.3.3. • Les caissons d'extraction

Avant 1982, les caissons d'extraction proposés sont issus du tertiaire. De ce fait, ils fournissent une pression disponible importante (supérieure à 200 Pascal) générant des consommations électriques et des niveaux acoustiques excessifs.

Les courbes des caissons d'extraction étaient de type « plongeante » (Figure 16) par rapport aux courbes plates rencontrées actuellement. Ces caissons d'extraction étaient fort mal adaptés à la modulation des débits.

L'arrêté du 24 mars 1982, suivi de l'arrêté du 28 octobre 1983, introduit la modulation des débits (écart entre le débit maximum et le débit minimum). Afin de minimiser la variation de pression au niveau des bouches, des caissons d'extraction à courbe dite « plate » sont développés.

En effet, lors du passage en débit réduit, la perte de charge du réseau augmente, ce qui conduit à une augmentation de la pression disponible du caisson de ventilation. Pour résoudre ce problème deux solutions existent : l'utilisation de caissons à courbe plate (la variation de pression est faible lorsque le débit varie) ou l'utilisation de bouches autoréglables qui engendrent une perte de charge supplémentaire à la bouche d'extraction.



▲ Figure 16 : Courbe du caisson d'extraction

Depuis 1998, on constate une restriction de la plage de pression disponible des caissons d'extraction de VMC hygroréglable.

Cette limitation de plage d'utilisation s'explique par le fait que les bouches hygroréglables ne sont pas autoréglables.



4.3. • Environnement du bâtiment

L'environnement dans lequel est construit le bâtiment a un impact sur le système de ventilation :

- Exposition au bruit extérieur. L'exposition d'un bâtiment au bruit peut conduire à un traitement acoustique des entrées d'air voire leur suppression avec l'installation de bouches d'insufflation raccordées à un système double flux ;
- Exposition au bruit du caisson d'extraction. Afin de ne pas générer de nuisances sonores, le caisson d'extraction peut être positionné en local technique plutôt qu'en terrasse ;
- Exposition au vent. Les vents dominants peuvent non seulement entraîner des introductions d'air extérieur supérieures à la normale via les entrées d'air autoréglables mais ils peuvent aussi perturber les rejets d'air. Le fonctionnement du système de ventilation s'en trouve perturbé et la qualité d'air se dégrade, en même temps qu'apparaissent des gaspillages d'énergie et des risques d'inconfort pour les occupants. Il faut donc prendre en compte ce critère de vent dominant pour positionner et protéger les amenées et rejets d'air.

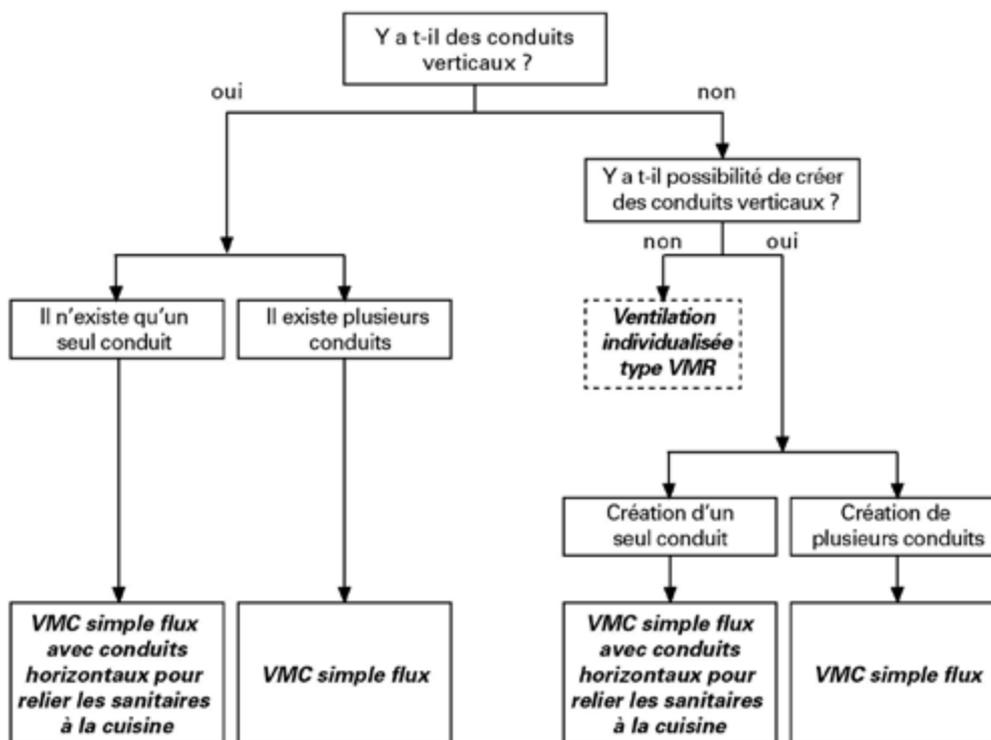
4.4. • Scénarii de remplacement

Pour garantir l'efficacité et les performances de la ventilation dans un logement, elle doit être pensée en terme de système et non pas composant par composant.

4.4.1. • Création d'une ventilation en fonction de la présence de conduits verticaux

Il convient de s'assurer s'il est possible d'installer des conduits verticaux :

- Dans le cas d'une réponse positive, il convient de déterminer le nombre de conduits pouvant être installé. Si seul un conduit peut être créé, des traînasses horizontales doivent être utilisées pour relier les bouches d'extraction des pièces sans conduits verticaux aux bouches des pièces avec conduits.
- Dans le cas d'une réponse négative, l'implantation d'un système de VMC est impossible, l'unique alternative est une ventilation individualisée de type VMR (Ventilation Mécanique Répartie), comme en (Figure 10).

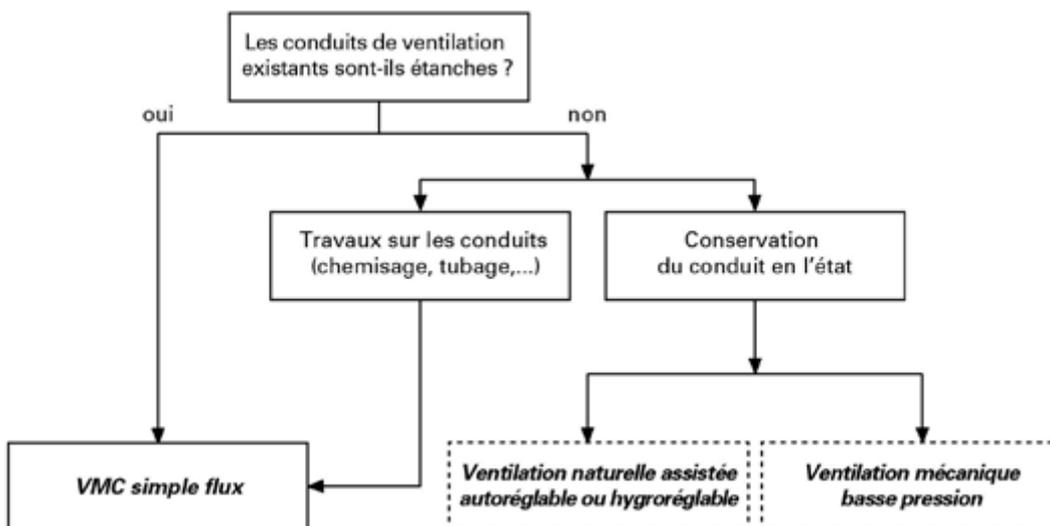


▲ Figure 17 : Création d'une ventilation en fonction de la présence de conduits verticaux

4.4.2. • Création d'une VMC en présence de conduits de ventilation naturelle

En présence d'un système de ventilation naturelle existant, un système de VMC simple flux peut être installé, à condition que les conduits soient étanches ou qu'ils fassent l'objet de travaux (chemisage ou tubage) afin de rétablir une étanchéité suffisante.

Si les conduits non étanches sont conservés en l'état, deux alternatives sont possibles : ventilation naturelle assistée autoréglable ou hygroréglable ou bien ventilation mécanique basse pression.



▲ Figure 18 : Création d'une VMC en présence de conduits de ventilation naturelle existants



4.4.3. • Amélioration du système de ventilation existant

Passage d'une VMC associée à des bouches fixes à une VMC hygroréglable

Les débits assurés au niveau des bouches fixes sont ceux donnés dans le cahier n°124 du CSTB.

Comme le montre le tableau de la (Figure 19), les débits imposés par l'arrêté du 24 mars 1982 modifié sont toujours inférieurs (à l'exception du T5 en débit maximum).

En conséquences, les conduits peuvent être conservés. Les vitesses d'air sont ainsi plus faibles et le niveau acoustique également.

Pa contre, il convient de vérifier le dimensionnement des entrées d'air et du caisson d'extraction.

Les opérations à mener pour convertir une VMC à bouches fixes en une VMC hygroréglable sont listées à la (Figure 20).

| Type de logement | Débits en m ³ /h | | | | | | | | Différence de débit en % | |
|------------------|-----------------------------|-------------------|------|-----------|----------------|-----------|----------|-----------|--------------------------|----------|
| | Cuisine | | | | Salle de bains | | WC | | Mini | Maxi |
| | Mini | Maxi | Mini | Maxi | VMC fixe | VMC hygro | VMC fixe | VMC hygro | | |
| | VMC bouches fixes | VMC hygroréglable | | VMC hygro | | | | | VMC hygro | VMC fixe |
| T1 | 45 | 90 | 20 | 75 | 30 | 15 | 30 | 15 | - 50% | - 30% |
| T2 | 45 | 90 | 30 | 90 | 30 | 15 | 30 | 15 | - 40% | - 20% |
| T3 | 60 | 120 | 45 | 105 | 30 | 30 | 30 | 15 | - 30% | - 20% |
| T4 | 60 | 120 | 45 | 120 | 30 | 30 | 30 | 30 | - 10% | 0 |
| T5 | 60 | 120 | 45 | 135 | 30 | 30 | 30 | 30 | - 10% | + 10% |

▲ Figure 19 : Comparaison des débits requis pour une VMC à bouches fixes et pour une VMC hygroréglable

| VMC à bouches fixes => VMC à bouches hygroréglables |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Changement des bouches d'extraction • Vérification du dimensionnement des entrées d'air • Vérification de la présence d'un détalonnage des portes • Conservation des conduits d'extraction • Vérification du dimensionnement du caisson d'extraction |

▲ Figure 20 : Passage d'une VMC associée à des bouches fixes à une VMC hygroréglable

Passage d'une VMC associée à des bouches fixes pare-flammes à une VMC hygroréglable

Lorsque les bouches fixes en place sont pare-flammes, il est impératif d'un point de vue sécurité incendie (voir chapitre [3.4.4]), en complément des indications précédentes :

- Soit de placer un clapet pare-flammes derrière chaque bouche d'extraction hygroréglable ;

- Soit de remplacer le caisson d'extraction existant par un caisson à fonctionnement permanent (généralement appelé C4).

Les opérations à mener pour convertir une VMC à bouches fixes pare-flammes en une VMC hygroréglable sont listées à la (Figure 21).

| VMC à bouches fixes pare-flammes fixes => VMC à bouches hygroréglables |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Changement des bouches d'extraction • Vérification du dimensionnement des entrées d'air • Vérification de la présence d'un détalonnage des portes • Conservation des conduits d'extraction • Mise en place d'un caisson d'extraction C4 ou clapets pare-flammes derrière chaque bouche hygroréglable |

▲ Figure 21 : Passage d'une VMC associée à des bouches fixes pare-flamme à une VMC hygroréglable

Passage d'une VMC autoréglable à une VMC hygroréglable

Le passage d'un système de ventilation mécanique fixe ou autoréglable par un système de ventilation hygroréglable est une source d'économies d'énergie, à condition toutefois de considérer le système dans sa globalité.

Changer uniquement les bouches d'extraction peut entraîner :

- des contre-performances énergétiques. En effet, la différence de débit extrait entre les bouches fixes ou autoréglables et les bouches hygroréglables va entraîner une différence de pertes de charge et une modification du point de fonctionnement de l'installation ;
- une variation du niveau de pression acoustique au niveau des bouches.

Il est nécessaire de revoir l'ensemble des composants du réseau pour être en conformité avec l'Avis Technique.

Dans le cas du passage à une VMC hygroréglable de type A, il est possible de conserver les entrées d'air autoréglables en place si elles sont conformes aux exigences de l'Avis Technique (nombre et modèle).

Dans le cas du passage à une VMC hygroréglable de type B, les entrées d'air sont à changer en positionnant des modèles hygroréglables.

Le détalonnage des portes est le même que l'on soit en VMC autoréglable ou hygroréglable.

Les conduits peuvent être conservés. L'autorisation de foisonnement des débits en VMC hygroréglable conduisent en général à des conduits de section inférieure.

La modulation des débits étant beaucoup plus importante en VMC hygroréglable, le dimensionnement du caisson d'extraction doit être vérifié. Suivant les cas, il peut être conservé.

Les opérations à mener pour convertir une VMC autoréglable en une VMC hygroréglable sont listées à la (Figure 22).

VMC à bouches autoréglables => VMC à bouches hygroréglables

- Changement des bouches d'extraction
- Vérification du dimensionnement des entrées d'air (elles peuvent être conservées dans certains cas en VMC hygroréglable de type A)
- Vérification de l'existence d'un détalonnage des portes
- Conservation des conduits d'extraction si leur étanchéité le permet (voir chapitre [4.4.2].)
- Vérification dimensionnement du caisson d'extraction (Il peut être conservé si la modulation des débits peut être assurée)

▲ Figure 22 : Passage d'une VMC autoréglable à une VMC hygroréglable

4.5. • Synthèse

Ce chapitre fait la synthèse des différents points d'attention déjà mentionnés :

- L'amélioration du système de ventilation aura un impact d'autant plus important sur les pertes thermiques que la rénovation du bâti aura été effectuée ;
- L'ajout d'entrées d'air en façade ne va pas assurer de renouvellement d'air s'il n'y a pas d'extraction ;
- le passage d'une VMC autoréglable à une VMC hygroréglable nécessite la vérification des entrées d'air autoréglables et leur changement éventuel ;
- Le passage d'une ventilation pièce par pièce à une ventilation par balayage doit se faire en aménageant des zones de transit (détalonnage des portes, grilles de transfert,...) ;
- Lors d'un changement de ventilation, les éléments non réutilisés doivent être condamnés, comme par exemple les entrées d'air en partie basse ;
- Un conduit de ventilation naturelle non étanche ne peut être réutilisé en l'état pour constituer une installation de VMC ;
- Le remplacement de bouches pare-flammes par des bouches hygroréglables ne peut se faire que si des clapets pare-flammes sont positionnés derrière chaque nouvelle bouche ou si le caisson d'extraction est remplacé par un caisson de type C4.



CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

5



5.1. • Les entrées d'air

5.1.1. • Les différents types d'entrées d'air

Définition

Une entrée d'air est un composant qui laisse pénétrer de l'air neuf extérieur dans le bâtiment.

Dans un système de VMC, l'air extérieur est aspiré par la mise en dépression du local par les bouches d'extraction.

Une entrée d'air est :

- soit une grille fixe ;
- soit une grille autoréglable ;
- soit une grille hygroréglable.

Ces deux dernières permettent de réguler le débit d'air.

En complément de cette fonctions, l'entrée d'air peut également répondre à deux autres objectifs :

- atténuation acoustique : l'entrée d'air acoustique permet de limiter l'introduction de bruit extérieur liée à la présence de l'ouverture ;
- diffusion d'air : en garantissant le confort des occupants, en particulier en limitant la gêne thermique liée à l'entrée de l'air à la température extérieure dans le logement.

Les entrées d'air sont installées sur l'ouvrant des fenêtres ou en traversée de mur.

Les entrées d'air autoréglables

Une entrée d'air autoréglable ¹ est une entrée d'air comportant un ou plusieurs éléments permettant de réguler le débit en fonction de la différence de pression à laquelle elle est soumise.

Dans un système de VMC autoréglable, les entrées d'air autoréglables garantissent donc un débit d'air neuf constant, quelles que soient les conditions atmosphériques ou l'occupation des pièces.

Les entrées d'air autoréglables font l'objet d'un droit d'usage de la marque NF 173 ².

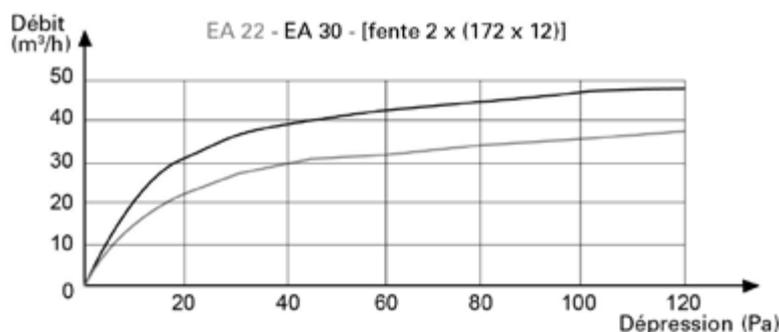
Elles sont caractérisées par :

- leurs débits types ;
- leur module ;
- leurs caractéristiques acoustiques.

Le module d'une entrée d'air autoréglable correspond au débit d'air qui la traverse sous une dépression de référence de 20 Pascal (selon la norme NF E 51-732). Les modules disponibles sont 22, 30 et 45.

L'entrée d'air EA 22 présente par exemple un débit de 22 m³/h sous 20 Pa.

La (Figure 23) montre l'évolution du débit en fonction de la dépression pour les entrées d'air EA 22 et EA 30.



▲ Figure 23 : Courbe caractéristique d'une entrée d'air autoréglable, évolution du débit en fonction de la différence de pression

Les entrées d'air hygroréglables

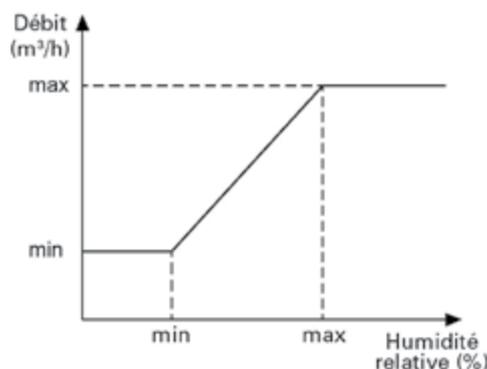
Les entrées d'air hygroréglables sont définies par leur section en centimètre carré.

Il peut être également fourni leur module équivalent c'est-à-dire le débit en m³/h sous 20 Pa.

Une entrée d'air hygroréglable de type EHA 5-30 voit sa section varier de 5 à 30 cm² en fonction de l'humidité, sous une différence de pression de 10 Pa.

■ 1 La fonction « autoréglable » d'une entrée d'air se juge par la conformité à la norme NF E 51-732.

■ 2 La certification est une démarche volontaire non obligatoire.



▲ Figure 24 : Exemple de réponse hygroaéraulique d'une entrée d'air hygroréglable, évolution du débit en fonction de l'humidité relative ambiante

5.1.2. • Le dimensionnement des entrées d'air

Dimensionnement des entrées d'air autoréglables en absence de système de VMC

Conformément à l'article 13 de l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux bâtiments existants, les nouvelles fenêtres et portes-fenêtres installées dans les pièces principales doivent être équipées d'entrées d'air. La somme des modules de ces entrées d'air doit être d'au moins 45 pour les chambres et 90 pour les séjours.

Dimensionnement des entrées d'air autoréglables dans un système de VMC autoréglable

Les entrées d'air se dimensionnent selon le NF DTU 68.3.

La somme des modules des entrées d'air doit être au moins égale au débit maximal souhaité par local auquel est soustrait, cas échant, le débit de fuite.

Le tableau de la (Figure 25) donne un exemple de dimensionnement pour des cas courants.

La différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur est un facteur à prendre en compte dans le dimensionnement du réseau, l'extracteur devant combattre cette perte de charge. En VMC, il est retenu la valeur de 20 Pascal.

Le dimensionnement pour une différence de pression de 20 Pa permet de réduire les déperditions thermiques par ventilation transversale. Le NF DTU 68.3 propose d'ajouter les 20 Pa à la perte de charge du réseau allant de la bouche à l'extracteur uniquement au débit maximum.



| Nombre de pièces principales | Débit total maximal extrait en m ³ /h | Somme des modules dans chaque pièce principale (Différence de pression maximale de 20 Pa) | |
|------------------------------|--|---|------------------------|
| | | Séjour | Autre pièce principale |
| 1 | 90 | 90 | - |
| | 105 | 90 | - |
| 2 | 120 | 60 | 30 |
| 3 | 150 | 60 | 30 |
| 4 | 180 | 45 | 30 |
| 5 | 210 | 45 | 30 |
| 6 | 210 | 45 | 22 |
| 7 | 225 | 45 | 22 |

▲ Figure 25 : Exemple de dimensionnement pour des cas courants : somme des modules d'entrées d'air en fonction du nombre de pièces principales et du débit extrait maximal

Dimensionnement des entrées d'air dans un système de VMC hygroréglable de type A ou B

Les entrées d'air doivent être dimensionnées suivant les instructions des Avis Techniques.



Le passage d'une VMC autoréglable à une VMC hygroréglable nécessite la vérification des entrées d'air autoréglables et leur changement éventuel.

5.1.3. • Les caractéristiques acoustiques

L'isolement acoustique d'un bâtiment vis-à-vis de l'extérieur est un problème complexe qui fait intervenir les entrées d'air de VMC, mais également :

- les parois opaques (gros œuvre + doublage) ;
- les surfaces vitrées (menuiseries) ;
- les coffres de volet roulant ;
- les parois intérieures (transmissions latérales) ;
- la toiture ou le plancher haut (selon l'architecture) ;
- les fuites (défauts de mise en œuvre).

Le résultat d'ensemble s'obtient par la combinaison des qualités acoustiques des différents éléments dont il convient d'optimiser les performances.

Isolement acoustique exigé par l'arrêté du 30 juin 1999

L'arrêté du 30 juin 1999 impose aux façades des bâtiments d'habitation un affaiblissement minimum aux bruits routiers de 30 dB.



Pour répondre à cette exigence, différentes méthodes peuvent être utilisées.

Dans les exemples de solutions du CSTB, les qualités acoustiques des entrées d'air sont appréciées par 2 classes de performance : ESA 4 et ESA 5.

Selon la valeur du rapport S/n (surface de la pièce équipée/nombre d'entrées d'air dans la pièce) et pour des qualités acoustiques définies des autres éléments de la façade (menuiseries, mur...), l'atténuation aux bruits routiers de l'entrée d'air doit être telle que le niveau d'isolement acoustique soit de :

- 36 dB si $S/n \geq 10$ (classe de performance ESA 4) ;
- 39 dB si $S/n < 10$ (classe de performance ESA 5).

La valeur de niveau d'isolement acoustique est indiquée sur les entrées d'air.

La méthode de calcul est décrite dans le cahier du CSTB n°1855 de juin 1983.

Elle permet d'estimer l'isolement des façades à partir de l'évaluation de l'énergie transmise de façon directe (paroi et menuiserie), de façon indirecte et à travers les équipements, dont les entrées d'air.

Isolement acoustique exigé par l'arrêté du 30 mai 1996

Pour atteindre les niveaux d'isolement acoustique exigés dans l'arrêté du 30 mai 1996 modifié (voir chapitre [3.4.2]), des moyens plus importants sont nécessaires. L'entrée d'air acoustique doit être généralement doublée d'un capot acoustique, voire d'un manchon installé dans la maçonnerie pour les niveaux d'exigence les plus importants.

La mise en œuvre de ce type d'entrée d'air est plus complexe.

COMMENTAIRE

L'installation d'une VMC double flux est une réponse intéressante à des niveaux d'isolement de façade importants.

5.2. • *Les passages de transit*

Afin de respecter la règle dite du « balayage » définie dans l'arrêté du 24 mars 1982 modifié, il est nécessaire de ménager des passages de transit permettant la circulation de l'air depuis les pièces principales (chambres, séjour) vers les pièces humides (cuisine, salles de bains, WC).

Les transferts d'air se font généralement sous les portes intérieures qui doivent être détalonnées.

Les valeurs de détalonnage sont données dans le NF DTU 68.3 et sont rappelées en chapitre [6.4].



Les grilles de transfert d'air doivent être correctement dimensionnées pour ne pas créer de pertes de charge excessives, mais la contrainte acoustique augmente avec la dimension de la grille.

5.3. • *Les bouches d'extraction*

5.3.1. • Les différents types de bouches d'extraction

Définition

Une bouche d'extraction d'air est le composant du système de VMC qui extrait l'air vicié des pièces de service (cuisine, salle de bain, WC) des logements.

Elle est :

- soit fixe ;
- soit autoréglable ;
- soit hygroréglable.

Ces deux dernières permettent de réguler le débit d'air.

En complément de cette fonction, la bouche d'extraction d'air peut également répondre à deux autres objectifs :

- atténuation acoustique : la bouche d'extraction doit permettre de limiter l'introduction de bruit du caisson d'extraction et depuis les autres logements ;
- non propagation du feu : la bouche d'extraction d'air est solidaire d'un clapet pare-flammes.

Les bouches autoréglables

Les bouches d'extraction autoréglables³ permettent de réguler le débit en fonction de la différence de pression à laquelle elles sont soumises.

Elles font l'objet d'un droit d'usage de la marque NF 205⁴.

Elles sont caractérisées par :

- leurs débits types ;
- leurs plages de pression ;
- leurs caractéristiques acoustiques.

Les bouches d'extraction autoréglables sont disponibles en deux versions :

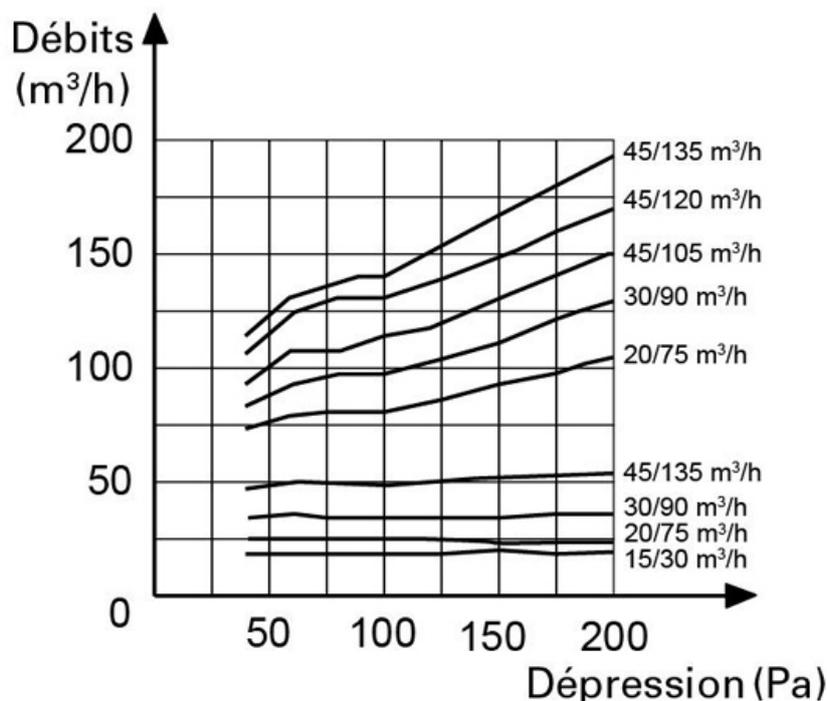
■ 3 La fonction « autoréglable » d'une bouche d'extraction se juge par la conformité à la norme NF E 51-713.

■ 4 La certification est une démarche volontaire non obligatoire.

- bouches d'extraction à double débit pour les cuisines : 20/75, 30/90, 45/105, 45/120, 45/135 m³/h ;
- bouches à débit d'extraction fixe pour les WC, salles de bains : 15, 30 m³/h.

La plage de pression d'utilisation d'une bouche est la plage de pression pour laquelle les débits obtenus sont dans l'intervalle de 0 à 30 % du (ou des) débit(s) nominal(aux). Le débit effectif peut donc être supérieur au débit nominal mais jamais inférieur afin de respecter la réglementation.

La (Figure 26) montre par exemple que pour une bouche 45/135 m³/h à grand débit, le débit est de 125 m³/h pour 50 Pa de différence de pression, de 135 m³/h sous 70 Pa et de 175 m³/h sous 160 Pa. La bouche 45/135 m³/h est donc autoréglable entre 70 et 160 Pa.



▲ Figure 26 : Exemple de plage d'utilisation d'une bouche d'extraction autoréglable

Les bouches hygro-réglables

Les bouches hygro-réglables se composent d'un canal de passage d'air dont l'ouverture est réglée par un volet mobile.

Un système hygrostatique calibre un flux d'air auxiliaire qui sollicite le volet mobile.



5.3.2. • Le dimensionnement des bouches d'extraction

Les bouches autoréglables

Il convient de se référer à l'arrêté du 24 mars 1982 modifié qui fixe les valeurs de débits à extraire en fonction des différentes pièces de service du logement.

Les bouches hygroréglables

Il faut se référer aux Avis Techniques des produits spécifiques à chaque industriel.

Ils définissent la configuration des systèmes, les débits minimaux à prendre en compte et les débits maximaux de foisonnement en fonction du nombre de logements raccordé sur le caisson d'extraction.

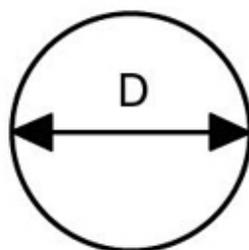
Le Cahier des Prescriptions Techniques communes établit des règles à respecter par tous les Avis Techniques. Il définit notamment les règles de foisonnement au débit maximum afin de tenir compte de la non simultanéité d'utilisation des bouches d'extraction d'air à variation automatique raccordées sur un même réseau.

5.4. • Le réseau de conduits

5.4.1. • Les différents types de conduits

Les conduits à section circulaire

Les conduits à section circulaire sont caractérisés par leur diamètre intérieur (D, en (Figure 27)).



▲ Figure 27 : Conduit circulaire caractérisé par son diamètre D

Le tableau de la (Figure 28) présente les diamètres recommandés et complémentaires des conduits circulaires en tôle, selon la norme NF EN 1506

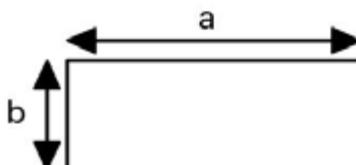
| Diamètres recommandés (en mm) | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 |

| Diamètres complémentaires (en mm) | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 150 | 300 | 350 | 450 | 560 | 710 | 900 | 1120 |

▲ Figure 28 : Diamètres normalisés des conduits circulaires en tôle (selon la norme NF EN 1506)

Les conduits à section carrée ou rectangulaire

Les conduits à section rectangulaire ou carrée sont caractérisés par les dimensions intérieures des côtés (longueur a et largeur b, en (Figure 29)).



▲ Figure 29 : Conduit rectangulaire caractérisé par les dimensions de ses côtés

Dans les calculs de dimensionnement, il est courant de traduire les conduits rectangulaires dans leur équivalent en conduits circulaires. Pour cela, il existe deux notions différentes :

- Le diamètre hydraulique (D_h). Le diamètre hydraulique d'un conduit rectangulaire correspond au diamètre d'un conduit circulaire fictif engendrant les mêmes pertes de charge, à vitesse d'air identique.
- Le diamètre équivalent (D_{eq}). Le diamètre équivalent d'un conduit rectangulaire correspond au diamètre d'un conduit circulaire fictif engendrant les mêmes pertes de charge, pour un débit d'air identique.

Le tableau de la (Figure 30) présente les dimensions normalisées des conduits rectangulaires en tôle, selon la norme NF EN 1505. Il précise également les valeurs de diamètre hydraulique et de diamètre équivalent.

| Longueur des côtés (mm) | Longueur des côtés (mm) | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------|------|---|-------------------------------|
| | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | | |
| 100 | 133 149 | 143 165 | 150 180 | 160 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | $D_h^{(a)}$ $D_{eq}^{(b)}$ |
| 150 | 171 186 | 188 206 | 200 224 | 218 255 | 231 283 | 240 307 | - | - | - | - | - | - | - | - | D_h D_{eq} |
| 200 | 200 218 | 222 241 | 240 262 | 267 299 | 286 331 | 300 359 | 320 410 | - | - | - | - | - | - | - | D_h D_{eq} |
| 250 | - | 250 273 | 273 296 | 308 337 | 333 374 | 353 406 | 381 463 | 400 512 | - | - | - | - | - | - | D_h D_{eq} |
| 300 | - | - | 300 327 | 343 373 | 375 413 | 400 448 | 436 511 | 462 566 | 480 614 | - | - | - | - | - | D_h D_{eq} |
| 400 | - | - | - | 400 456 | 444 483 | 480 524 | 533 598 | 571 662 | 600 719 | 622 771 | 640 819 | - | - | - | D_h D_{eq} |



| Longueur des côtés (mm) | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| 500 | - | - | - | - | 500 545 | 545 592 | 615 675 | 667 747 | 706 812 | 737 871 | 762 925 | 783 976 | 800 1024 | Dh Deq |
| 600 | - | - | - | - | - | 600 654 | 686 745 | 750 825 | 800 896 | 840 962 | 873 1022 | 900 1078 | 923 1131 | Dh Deq |
| 800 | - | - | - | - | - | - | 800 872 | 889 965 | 960 1049 | 1018 1125 | 1067 1195 | 1108 1261 | 1143 1323 | Dh Deq |
| 1000 | - | - | - | - | - | - | - | 1000 1090 | 1091 1184 | 1167 1270 | 1231 1350 | 1286 1424 | 1333 1494 | Dh Deq |
| 1200 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1200 1308 | 1292 1403 | 1371 1491 | 1440 1573 | 1500 1650 | Dh Deq |

(a) Diamètre hydraulique : Dh
(b) Diamètre équivalent : Deq

▲ Figure 30 : Dimensions normalisées des conduits rectangulaires en tôle (selon la norme NF EN 1505)

Les conduits oblongs

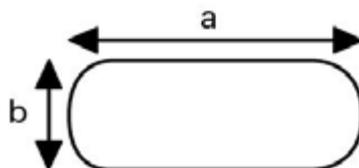
Les conduits de type oblong sont caractérisés par les dimensions intérieures des côtés (longueur a et largeur b, en (Figure 31)).

Ces conduits sont utilisés en cas d'espaces réduits, comme en faux-plafond, ou pour des passages en apparent pour des raisons d'esthétique.

Ils sont une alternative performante aux réseaux rectangulaires notamment pour des questions d'entretien (absence d'angle mort) et de légèreté du réseau.

La perte de charge d'un conduit oblong correspond à la perte de charge d'un conduit circulaire de même diamètre équivalent.

Le tableau de la (Figure 32) présente les dimensions courantes des conduits oblongs et la valeur de diamètre équivalent correspondant.



▲ Figure 31 : Conduit oblong caractérisé par les dimensions de ses côtés

| Côté a (mm) | Côté b (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 80 | 100 | 130 | 150 | 165 | 200 | 215 | 250 | 265 | 300 | 320 | 350 | 400 | 415 | 450 | 500 | 515 |
| 200 | 132 | 148 | 168 | 170 | 186 | 200 | 205 | 215 | 219 | 226 | 229 | 232 | 234 | 234 | 233 | 229 | 227 |
| 250 | 147 | 165 | 188 | 202 | 211 | 229 | 236 | 250 | 256 | 266 | 271 | 278 | 286 | 288 | 291 | 293 | 293 |
| 300 | 159 | 180 | 206 | 222 | 232 | 254 | 263 | 280 | 287 | 300 | 307 | 317 | 329 | 332 | 339 | 345 | 347 |
| 325 | 165 | 187 | 215 | 231 | 242 | 265 | 274 | 293 | 301 | 316 | 324 | 334 | 349 | 352 | 360 | 369 | 371 |
| 350 | 170 | 193 | 222 | 239 | 251 | 276 | 286 | 306 | 314 | 330 | 339 | 350 | 367 | 371 | 380 | 391 | 393 |
| 360 | 173 | 195 | 225 | 243 | 255 | 280 | 290 | 311 | 319 | 336 | 345 | 357 | 374 | 378 | 388 | 399 | 402 |
| 400 | 181 | 205 | 237 | 255 | 268 | 296 | 306 | 329 | 338 | 357 | 367 | 381 | 400 | 406 | 417 | 431 | 435 |



| Côté a (mm) | Côté b (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 80 | 100 | 130 | 150 | 165 | 200 | 215 | 250 | 265 | 300 | 320 | 350 | 400 | 415 | 450 | 500 | 515 |
| 425 | 185 | 210 | 243 | 263 | 276 | 305 | 316 | 340 | 349 | 369 | 380 | 395 | 416 | 422 | 434 | 450 | 454 |
| 450 | 190 | 216 | 250 | 270 | 284 | 314 | 325 | 350 | 360 | 381 | 392 | 408 | 431 | 437 | 450 | 467 | 472 |
| 475 | 194 | 221 | 256 | 277 | 291 | 322 | 334 | 360 | 370 | 393 | 404 | 421 | 445 | 452 | 466 | 484 | 489 |
| 500 | 198 | 226 | 262 | 283 | 298 | 330 | 343 | 370 | 380 | 404 | 416 | 433 | 459 | 466 | 481 | 501 | 506 |
| 515 | 201 | 229 | 265 | 287 | 302 | 335 | 348 | 375 | 386 | 410 | 423 | 440 | 467 | 474 | 490 | 510 | 516 |
| 545 | 206 | 234 | 272 | 294 | 310 | 344 | 357 | 386 | 397 | 422 | 436 | 454 | 482 | 490 | 507 | 528 | 534 |
| 600 | 214 | 244 | 283 | 307 | 324 | 360 | 374 | 405 | 417 | 444 | 458 | 478 | 508 | 517 | 536 | 560 | 567 |
| 620 | 217 | 247 | 288 | 312 | 329 | 365 | 380 | 411 | 424 | 451 | 466 | 486 | 518 | 526 | 546 | 571 | 578 |
| 645 | 220 | 251 | 292 | 317 | 335 | 372 | 387 | 419 | 432 | 460 | 475 | 496 | 529 | 538 | 558 | 584 | 591 |
| 675 | 225 | 256 | 298 | 324 | 341 | 380 | 395 | 428 | 441 | 470 | 486 | 508 | 542 | 551 | 572 | 599 | 607 |
| 700 | 228 | 260 | 303 | 329 | 347 | 386 | 402 | 435 | 449 | 479 | 495 | 518 | 552 | 562 | 583 | 612 | 620 |
| 765 | 236 | 270 | 314 | 341 | 360 | 402 | 418 | 454 | 468 | 500 | 517 | 541 | 578 | 589 | 612 | 642 | 651 |
| 800 | 241 | 275 | 320 | 348 | 368 | 410 | 426 | 463 | 478 | 511 | 528 | 553 | 591 | 602 | 626 | 658 | 667 |
| 820 | 243 | 277 | 324 | 352 | 371 | 414 | 431 | 468 | 483 | 517 | 534 | 560 | 599 | 610 | 634 | 667 | 676 |
| 850 | 247 | 282 | 329 | 357 | 377 | 421 | 438 | 476 | 492 | 525 | 544 | 570 | 610 | 621 | 646 | 680 | 689 |
| 880 | 250 | 286 | 333 | 362 | 383 | 427 | 445 | 484 | 499 | 534 | 553 | 579 | 620 | 632 | 658 | 692 | 702 |
| 900 | 252 | 288 | ... '6 | 366 | 386 | 431 | 449 | 489 | 504 | 540 | 559 | 586 | 627 | 639 | 665 | 700 | 710 |
| 950 | 258 | 295 | 344 | 374 | 395 | 442 | 460 | 501 | 517 | 553 | 573 | 601 | 644 | 656 | 684 | 720 | 731 |
| 975 | 260 | 298 | 348 | 378 | 400 | 447 | 465 | 506 | 523 | 560 | 580 | 608 | 652 | 665 | 693 | 730 | 741 |
| 1030 | 266 | 304 | 356 | 387 | 409 | 457 | 476 | 519 | 536 | 574 | 595 | 624 | 670 | 683 | 712 | 750 | 762 |
| 1130 | 276 | 316 | 369 | 402 | 425 | 476 | 496 | 540 | 558 | 598 | 620 | 651 | 700 | 713 | 744 | 786 | 798 |

▲ Figure 32 : Dimensions courantes et diamètres équivalents correspondants des conduits de type oblong

5.4.2. • Les caractéristiques vis-à-vis de la protection incendie

Les conduits doivent respecter les exigences vis-à-vis de la sécurité incendie imposées par la réglementation applicable aux bâtiments d'habitation collectifs.

Les composants d'un réseau collectif sont classés A2s1d0 ou à défaut M0, conformément à l'arrête du 31 janvier 1986 modifié, titre IV. Ce classement est satisfait pour les aciers galvanisés ou inoxydables et les alliages d'aluminium (nouveaux classements européens selon l'arrête du 21 novembre 2002).

5.4.3. • Les vitesses limites

Une vitesse d'air trop élevée dans les conduits engendre des niveaux sonores non admissibles dans les locaux.

Le NF DTU 68.3 conseille une vitesse de 5 m/s dans les colonnes et de 6 m/s dans les réseaux horizontaux.

Le tableau de la (Figure 33) provenant du guide de l'AICVF n°11 propose des vitesses à respecter dans les conduits.



Le NR (ou ISO) est un indice de niveau sonore défini en fréquences qui correspond approximativement à une valeur globale de 5 dB supérieure pour la forme des spectres rencontrés en aéraulique. Ainsi, un NR de 30 est approximativement équivalent à 35 dB(A).

| Niveau NR | Vitesse en m/s | | |
|-----------|---------------------|---------------------------|--|
| | Conduits principaux | Conduits après dérivation | Conduits terminaux de raccordement aux bouches |
| 20 | 4,5 | 3,5 | 2 |
| 25 | 5 | 4,5 | 2,5 |
| 30 | 6,5 | 5,5 | 3,25 |
| 35 | 7,5 | 6 | 4 |
| 40 | 9 | 7 | 5 |

▲ Figure 33 : Vitesses d'air maximales conseillées en fonction du niveau NR à atteindre (selon le guide AICVF n°11)

5.4.4. • Le dimensionnement des conduits

Le dimensionnement des réseaux aérauliques consiste à calculer :

- les dimensions des conduits (diamètre ou section) en fonction du débit d'air en circulation et de sa vitesse ;
- la perte de charge du réseau, de façon à sélectionner le caisson d'extraction.

Il existe plusieurs méthodes de dimensionnement des réseaux de VMC. Elles nécessitent toutes de calculer les pertes de charge.

On distingue :

- les pertes de charge linéaires. Elles sont provoquées par le frottement de l'air sur les parois du conduit. Elles dépendent du débit d'air véhiculé et de la rugosité du conduit suivant la nature du matériau ;
- les pertes de charge singulières. Elles sont provoquées par des accidents sur le trajet de l'air. Chaque accident est caractérisé par un coefficient de perte de charge.

COMMENTAIRE

Pour les calculs de pertes de charge, se reporter au NF DTU 68.3.

Méthode des vitesses décroissantes

Cette méthode consiste à choisir une vitesse spécifique par tronçon, décroissante à partir du caisson d'extraction.

Cette vitesse est réduite ensuite progressivement dans chacun des tronçons suivants.

La vitesse à ne pas dépasser est choisie afin de limiter les pertes de charge mais également pour éviter les gênes acoustiques.



Méthode de la perte de charge linéaire constante (équifriction)

Dans cette méthode, le diamètre des conduits est choisi pour obtenir une perte de charge linéique constante par mètre de conduit. La perte de charge étant liée à la rugosité du conduit, le diamètre dépend donc du matériau utilisé.

La perte de charge linéique recommandée est de 0,7 Pa/m.

Méthode de regain de pression statique (ou méthode de Madison)

Cette méthode est principalement utilisée aux Etats-Unis. Son principe consiste à dimensionner chaque tronçon de telle manière que l'augmentation de pression statique due à la diminution de la vitesse de passage de l'air après chaque piquage compense exactement la perte de charge répartie du tronçon suivant. La pression statique reste donc la même à chaque piquage et diffuseur. On obtient ainsi, si toutes les bouches d'extraction sont identiques, une même vitesse de soufflage dans l'ambiance et des débits égaux aux différents points de soufflage de l'air.

Quelle que soit la méthode, un calcul de pertes de charge est réalisé afin de déterminer les points de fonctionnement de l'extracteur.

5.5. • *Le caisson d'extraction*

5.5.1. • *Les caractéristiques aérauliques*

Le caisson d'extraction est caractérisé par différents paramètres :

- le débit, généralement donné en m³/h. Il est fonction du nombre et du type de pièces du bâtiment qu'il dessert ;
- la pression disponible qui correspond en fait à la différence de pression totale entre l'aspiration et le refoulement du ventilateur. Elle est exprimée en Pascal. Elle doit permettre de vaincre les pertes de charge dans le réseau pour fournir les débits souhaités aux différentes bouches ;
- la vitesse de rotation, exprimée en nombre de tours effectués par la roue par unité de temps (tr/min). La vitesse de rotation du ventilateur a une grande influence sur le niveau sonore ainsi que sur la puissance électrique absorbée ;
- la puissance aéraulique en Watt est la puissance transmise à l'air par la roue du ventilateur. Elle est égale au produit du débit en m³/s par la pression disponible en Pa.



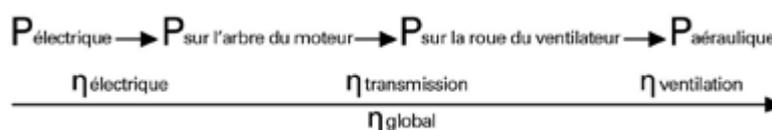
Pour sélectionner le caisson d'extraction, les constructeurs mettent à disposition des courbes caractéristiques de la pression disponible en fonction du débit, comme celle de la (Figure 35).

5.5.2. • Les caractéristiques électriques du moteur du ventilateur

La puissance électrique du ventilateur est la puissance absorbée par le moteur exprimée en Watt. Dans le cas d'un moteur asynchrone, elle est égale à $P_{elec} = U * I * \sqrt{3} * \cos(\phi)$ avec U la tension du réseau électrique en Volt, I l'intensité du courant en Ampère et $\cos(\phi)$ le facteur de puissance caractéristique du moteur électrique.

Le rendement global du ventilateur (η_{global}) correspond au rapport de la puissance aéraulique sur la puissance électrique absorbée. Il est correspond également au produit des différents rendements présentés en (Figure 34).

Chaque transfert de puissance se fait avec un certain rendement. Le rendement électrique est fonction du type de moteur utilisé mais également de la taille du moteur. Le rendement de transmission est fonction du type de transmission installée (courroie, entraînement direct). Le rendement aéraulique est fonction du type de roue du ventilateur.



▲ Figure 34 : Rendement global d'un ventilateur

5.5.3. • Les caractéristiques vis-à-vis de la protection incendie

Différentes catégories de caissons d'extraction existent en fonction de la température des gaz chauds extraits.

Pour déterminer la catégorie de caisson nécessaire à la non propagation du feu, il est nécessaire de calculer le taux de dilution R (rapport entre le débit minimal de l'installation et le débit passant par la bouche sinistrée⁵). Par exemple, pour une bouche raccordée en diamètre 125 mm, le débit transitant est de 420 m³/h et le taux de dilution est donc de $R = q_{min}/420$.

La valeur de taux de dilution définit la catégorie du caisson :

- Catégorie 1 si $R > 3,5$,
- Catégorie 2 si $1,6 < R \leq 3,5$,
- Catégorie 3 si $1 < R \leq 1,6$,

.....
■ 5 Le débit de la bouche sinistrée à considérer est fourni dans l'annexe II de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié.



- Catégorie 4 si $R \leq 1$.

De ces exigences réglementaires, deux catégories de caissons se distinguent :

- les caissons d'extraction de catégorie 1 sans exigence particulière si ce n'est l'usage de métal et une garantie de fonctionnement permanent du ventilateur ;
- les caissons d'extraction de 4^{ème} catégorie (400°C 1/2h) dont les performances sont garanties par un procès verbal d'essais.

5.5.4. • Les caractéristiques acoustiques du caisson d'extraction

Le bruit transmis dans les pièces humides des logements est fonction :

- des caractéristiques de l'extracteur et de son régime de fonctionnement ;
- de l'atténuation acoustique du réseau et des bouches d'extraction.

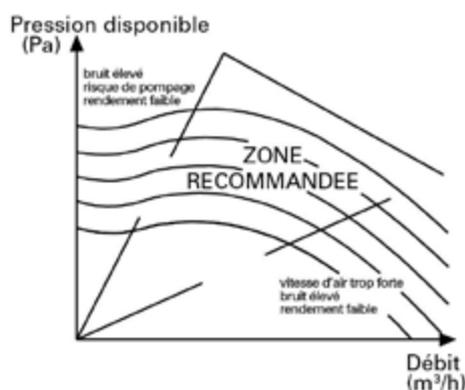
Le NF DTU 68.3 donne les exigences à respecter.

5.5.5. • Le dimensionnement du caisson d'extraction

Le choix du caisson d'extraction doit permettre de fournir la pression nécessaire au réseau pour assurer le débit global requis. Il doit notamment :

- permettre d'obtenir le débit et la pression aux différents points de fonctionnement (dans le cas de plusieurs vitesses) ;
- assurer une pression aux bouches restant dans leur gamme de fonctionnement aux débits maximum et minimum.

Le schéma de la (Figure 35) montre la plage optimale de sélection du caisson d'extraction.



▲ Figure 35 : Zone de fonctionnement recommandée d'un caisson d'extraction

Dans un système de VMC autoréglable, le dimensionnement du caisson d'extraction doit se faire conformément aux exigences du NF DTU 68.3.

Dans un système de VMC hygroréglable, le caisson d'extraction doit être dimensionné suivant les instructions de l'Avis Technique en tenant compte des débits de foisonnement (non-simultanéité d'utilisation des bouches d'extraction d'air).



Le passage d'une VMC autoréglable à une VMC hygroréglable nécessite de revoir le débit de fonctionnement du caisson d'extraction.

5.5.6. • L'accès au caisson d'extraction

Le caisson d'extraction doit être accessible (par un panneau amovible par exemple) afin de réaliser l'entretien et la maintenance.

5.5.7. • Le raccordement électrique

Selon le NF DTU 68.3, le caisson d'extraction doit être muni d'une alarme et d'un détecteur pressostatique pour alerter de son arrêt ou d'un défaut de fonctionnement.

Conformément à la norme NF C 15-100, il doit être raccordé à une ligne spécifique, protégée comme indiqué dans le tableau de la (Figure 36).

| Puissance (kW) | Alimentation monophasée 230 V (cos φ de 1) | | | Alimentation triphasée 400 V (cos φ de 0,8) | | |
|----------------|--|----------------------------|----------------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| | Section du câble d'alimentation (mm ²) | Longueur maxi du câble (m) | Calibre du disjoncteur (A) | Section du câble d'alimentation (mm ²) | Longueur maxi du câble (m) | Calibre du disjoncteur (A) |
| 0,1 | 1,5 | 100 | 10 | - | - | - |
| 0,5 | 1,5 | 100 | 10 | - | - | - |
| 1 | 2,5 | 84 | 16 | - | - | - |
| 2 | 2,5 | 43 | 16 | 1,5 | 190 | 10 |
| 3 | 2,5 | 29 | 20 | 1,5 | 160 | 10 |
| 4 | 2,5 | 21 | 20 | 2,5 | 200 | 16 |
| 5 | 4 | 27 | 25 | 2,5 | 165 | 16 |
| 6 | 4 | 23 | 32 | 2,5 | 135 | 16 |

▲ Figure 36 : Caractéristiques de l'alimentation électrique du caisson d'extraction (selon la norme NF C 15-100)

5.6. • Le rejet d'air

Une distance minimale de 8 m doit être respectée entre le point de rejet et les obstacles en toiture. Si cette distance ne peut être respectée



(présence d'immeubles mitoyens plus élevés par exemple), il y a lieu de tenir compte des surpressions dues au vent dans le dimensionnement. Ces calculs sont fournis dans le NF DTU 68.3.

L'air extrait doit être rejeté à l'extérieur de l'immeuble, soit directement soit par l'intermédiaire d'un conduit de refoulement, en un endroit qui ne permette pas la reprise d'air vicié par les ouvrants, les entrées d'air et les prises d'air neuf.

Le NF DTU 68.3 donne des distances minimales à respecter :

- 0,4 m de toute baie ouvrante ;
- 0,6 m de toute entrée d'air de ventilation.

5.7. • Les trappes d'accès

Les trappes d'accès et de visite permettent d'accéder respectivement à l'intérieur d'une gaine technique ou d'un conduit aéraulique en vue d'y effectuer différents travaux : vérification de composants, introduction d'un appareil de nettoyage,...

Une attention particulière doit être portée à l'accessibilité des composants du réseau aéraulique. L'accès aux conduits doit permettre de vérifier leur propreté et de faciliter les opérations de nettoyage.

5.8. • Synthèse du dimensionnement

Le dimensionnement d'un système VMC se fait de l'entrée d'air à la sortie de l'air du bâtiment et consiste notamment à :

- dimensionner une entrée d'air suffisante ;
- analyser les transferts d'air entre les zones entrantes et les zones sortantes ;
- dimensionner le système d'extraction mécanique.

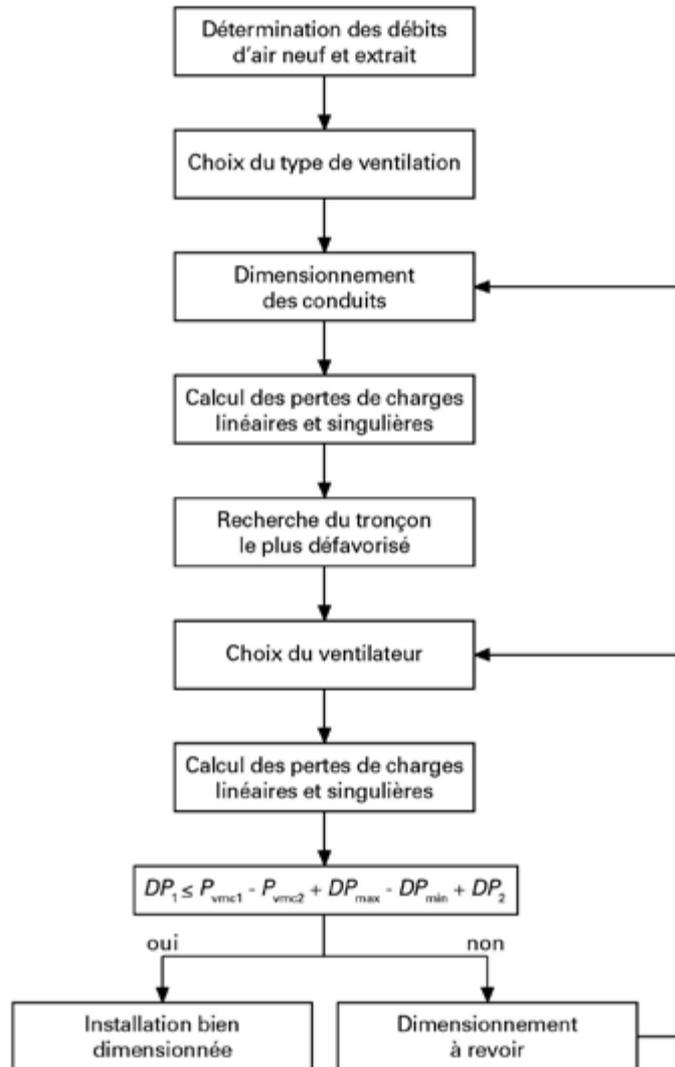
L'organigramme de la (Figure 37) résume la procédure de dimensionnement des réseaux de VMC.

Avec :

- P_{VMC1} : dépression totale délivrée par l'extracteur au débit total maximal (en Pascal).
- P_{VMC2} : dépression totale délivrée par l'extracteur au débit total minimal (en Pascal).
- DP_{min} : pression minimale de fonctionnement de la bouche (en Pascal).
- DP_{max} : pression maximale de fonctionnement de la bouche (en Pascal).
- DP_1 : perte de charge de la bouche la plus défavorisée au débit total maximal (en Pascal).



- DP_2 : perte de charge de la bouche la plus favorisée au débit total minimal Pascal.



▲ Figure 37 : Procédure de dimensionnement d'une installation de VMC simple flux

INSTALLATION

6



6.1. • *Recommandations générales*

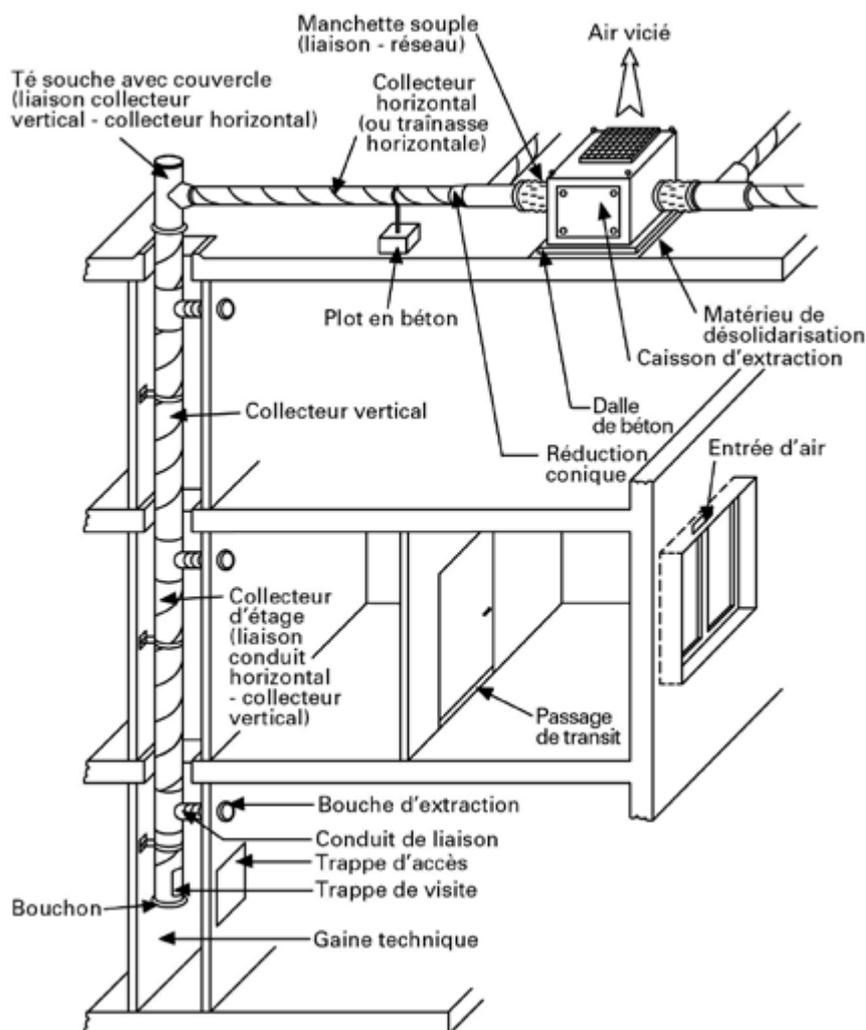
Un réseau de VMC est constitué de conduits et accessoires (coudes, dérivations, réductions,...) raccordés au caisson d'extraction, comme présenté en (Figure 38).

Les conduits sont femelles et les accessoires mâles. La mise en œuvre se fait par simple emboîtement. La fixation est faite par des vis auto-perforeuses puis l'étanchéité est assurée soit intrinsèquement par l'utilisation d'accessoires à joint, soit par addition de mastic et/ou de bande adhésive.

Pour assurer le bon fonctionnement de la VMC, il est important de soigner la mise en œuvre de l'ensemble de ces composants et de leur raccordement.

Le NF DTU 68.3 définit les conditions d'exécution des installations de VMC, les chapitres ci-après développent plus particulièrement les principaux points où une vigilance accrue est nécessaire en vue d'améliorer l'étanchéité du réseau.





▲ Figure 38: Composants présents sur une installation de VMC

A réception du matériel, il est nécessaire de conserver les conduits et les accessoires dans une zone de stockage propre et à l'abri des dommages (déformations, chocs,...).

Les conduits contiennent souvent des résidus de lubrifiant dus à leur fabrication. Lorsqu'ils sont entreposés sur le chantier sans protection ni bouchon, des dépôts et des débris viennent se fixer sur les parois intérieures.

A l'intérieur des conduits rectangulaires, la poussière est susceptible de s'accumuler particulièrement dans les interstices des joints transversaux.

Certains conduits sont recouverts d'isolant en matériaux fibreux, une accumulation excessive de poussières de nature organique peut augmenter la capacité d'absorption d'humidité de la laine isolante permettant aux micro-organismes de proliférer.

L'utilisation de conduits ou d'accessoires endommagés peut compromettre l'étanchéité à l'air et la résistance structurale de l'ensemble du réseau.



Dans le cas de diamètres supérieurs à 630 mm, lorsque le conduit est déformé au niveau de l'emboîtement, il est nécessaire de corriger la déformation avant assemblage avec l'accessoire.

6.2. • Assurer l'étanchéité des réseaux

Afin d'atteindre de bonnes performances énergétiques et d'obtenir une bonne qualité d'air intérieur, il est essentiel de réaliser des bâtiments étanches.

Afin de maîtriser les flux d'air, il est indispensable que l'enveloppe des bâtiments soit étanche à l'air. En effet, les flux d'air à travers une enveloppe très perméable sont autant gouvernés par le vent ou l'effet de tirage d'une cheminée que par le système de ventilation lui-même.

Les flux d'air n'étant pas maîtrisés, les infiltrations parasites peuvent dégrader la qualité de l'air et causer une augmentation des besoins de chauffage de l'ordre de 10 % pour des systèmes de ventilation simple flux.

Des mesures sur site ont démontré que la perméabilité des réseaux aérauliques peut provoquer des débits de fuite d'environ 20 % par rapport aux valeurs minimales règlementaires.

De plus, lorsque l'air chaud et humide s'infiltré et se refroidit, il condense. L'humidité qui s'accumule ainsi peut créer des moisissures et des dégâts importants, dans le bâtiment comme dans le réseau de ventilation.

La (Figure 39) liste les conséquences d'une mauvaise étanchéité à l'air du réseau de ventilation, selon que le caisson d'extraction compense ou ne compense pas les fuites. Une bonne étanchéité est essentielle pour un fonctionnement correct des systèmes de ventilation, c'est-à-dire pour :

- assurer une bonne qualité de l'air intérieur en éliminant les polluants et apporter un confort supplémentaire ;
- éviter le gaspillage d'énergie et faire des économies financières.

| Le caisson d'extraction ne compense pas les fuites du réseau | Le caisson d'extraction compense les fuites du réseau |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Les débits aux bouches ne sont pas respectés • Le logement est sous ventilé, engendrant d'éventuels problèmes de qualité d'air | <ul style="list-style-type: none"> • Les débits aux bouches sont respectés • Les pertes de charge peuvent être modifiées • La qualité de l'air intérieur n'est a priori pas impactée • La consommation du caisson d'extraction est augmentée |

▲ Figure 39 : Conséquences d'une mauvaise étanchéité à l'air du réseau de VMC

La norme NF EN 12237 définit les classes d'étanchéité à l'air des réseaux, de A à D.



Le facteur d'étanchéité doit être inférieur à la limite d'étanchéité à l'air correspondant à la classe d'étanchéité, pour des pressions d'essai inférieures ou égales à la pression de fonctionnement.

Le tableau de la (Figure 40) référence la limite d'étanchéité à l'air associée à chaque classe.

| Classes d'étanchéité à l'air | Limite de pression statique (Pa) | | Limite d'étanchéité à l'air ($m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^2$) |
|------------------------------|----------------------------------|----------|--|
| | Positive | Négative | |
| A | 500 | 500 | $0,027 \cdot P_t^{0,65} \cdot 10^{-3}$ |
| B | 1000 | 750 | $0,009 \cdot P_t^{0,65} \cdot 10^{-3}$ |
| C | 2000 | 750 | $0,003 \cdot P_t^{0,65} \cdot 10^{-3}$ |
| D (applications spéciales) | 2000 | 750 | $0,001 \cdot P_t^{0,65} \cdot 10^{-3}$ |

▲ Figure 40 : Classes d'étanchéité à l'air des réseaux, selon la norme NF EN 12237

Le tableau de la (Figure 41) présente les causes des principaux défauts d'étanchéité rencontrés.

| Problèmes d'étanchéité | Causes identifiées |
|---|--|
| Liaison entre la bouche extraction et le conduit de raccordement | Absence de manchette au niveau de la bouche d'extraction |
| | Mauvaise fixation du conduit à la manchette |
| | Conduit semi-flexible trop court |
| Raccord d'étage | Réalisation du piquage sur le terrain avec un diamètre de piquage non adapté au conduit |
| | Absence de mastic pour la fixation du raccord |
| | Absence de vis pour la fixation du raccord |
| Raccord entre des éléments de conduits | Absence d'accessoires à joint |
| | Absence de mastic |
| | Absence de pièces de réduction préfabriquées |
| Déboîtement de conduits | Modification du tracé initial du réseau |
| | Supportage des conduits mal adapté (supportage réalisé en feillard perforé peu solide, entraînant des mouvements des conduits) |
| Mise en place de tés-souche | Supportage des conduits mal adapté (supportage réalisé en feillard perforé peu solide, entraînant des mouvements des conduits) |
| | Absence de mastic et de vis |
| Liaison entre le caisson d'extraction et le collecteur horizontal | Absence de pièces préfabriquées |
| | Réduction de la manchette souple induite par des diamètres de raccordement du caisson et du conduit différents |
| Trappes de visite | Manchette souple fissurée |
| | Utilisation d'une scie non adaptée |
| | Modèle de trappe non adapté au diamètre du conduit |

▲ Figure 41 : Récapitulatif des problèmes d'étanchéité rencontrés et de leurs origines

6.3. • *L'installation des entrées d'air*

6.3.1. • Emplacement général

Les entrées d'air sont situées dans les pièces principales (salon, chambres).

6.3.2. • Installation des entrées d'air en menuiserie

Pour des niveaux d'affaiblissement de façade inférieurs ou égaux à 35 dB, les entrées d'air seront installées sur les menuiseries ou sur les coffres de volets roulants.

6.3.3. • Installation des entrées d'air en maçonnerie

Elles seront prioritairement placées en traversée de mur si la façade doit répondre à un affaiblissement acoustique supérieur à 35 dB. Il convient de définir leur niveau de performance d'isolation acoustique par le calcul en tenant compte des autres composants de la façade.

6.3.4. • Installation des entrées d'air hygroréglables

Le Cahier des Prescriptions Techniques communes aux Avis Techniques de ventilation hygroréglable précise les dispositions d'implantation des entrées d'air hygroréglables afin qu'elles ne soient pas influencées par la chaleur dégagée par les appareils de chauffage ou de cuisson. Ces préconisations permettent de répondre au problème pressenti lors de l'utilisation d'un système de chauffage statique.

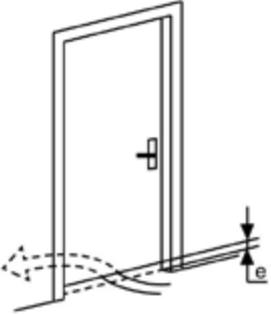
Les entrées d'air hygroréglables doivent être espacées horizontalement de plus de 50 cm de la projection verticale des bords extérieurs de l'appareil concerné. Les émetteurs à convection à sortie frontale et à régulation électronique ne sont pas soumis à cette contrainte.

6.4. • *Les passages de transit*

Afin de respecter la règle dite du « balayage » définie dans l'arrêté du 24 mars 1982 modifié, il est nécessaire de ménager des passages de transit permettant la circulation de l'air depuis les pièces principales (chambres, séjour) vers les pièces humides (cuisine, salles de bains, WC).

Les transferts d'air se font généralement sous les portes intérieures qui doivent être détalonnées.

Les valeurs de détalonnage sont données dans le NF DTU 68.3, elles sont rappelées à la (Figure 42).

| Hauteur du détalonnage : e en cm | Porte de la cuisine | Autres portes intérieures |
|---|---|---------------------------------|
|  | <p>1 porte : 2 cm 2 portes : 1 cm</p> | <p>Toutes les portes : 1 cm</p> |

▲ Figure 42 : Valeurs de détalonnage sous les portes intérieures d'un logement

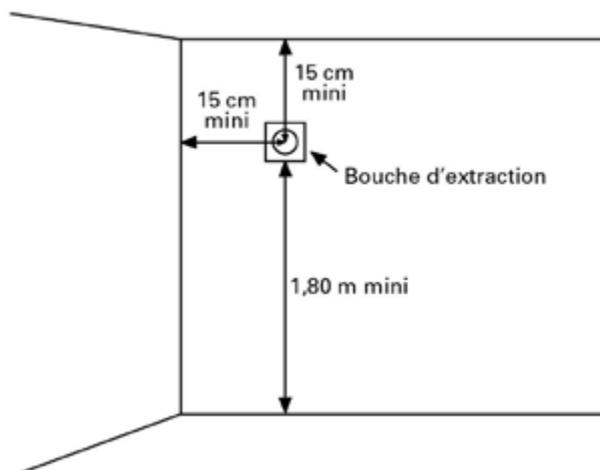
6.5. • L'installation des bouches d'extraction

6.5.1. • Emplacement général

Les bouches d'extraction sont implantées conformément au NF DTU 68.3 :

- posées à 15 cm des parois et 1,80 m du sol ;
- facilement nettoyables et démontables.

L'implantation des bouches d'extraction derrière un ballon électrique ou dans un placard est proscrite.

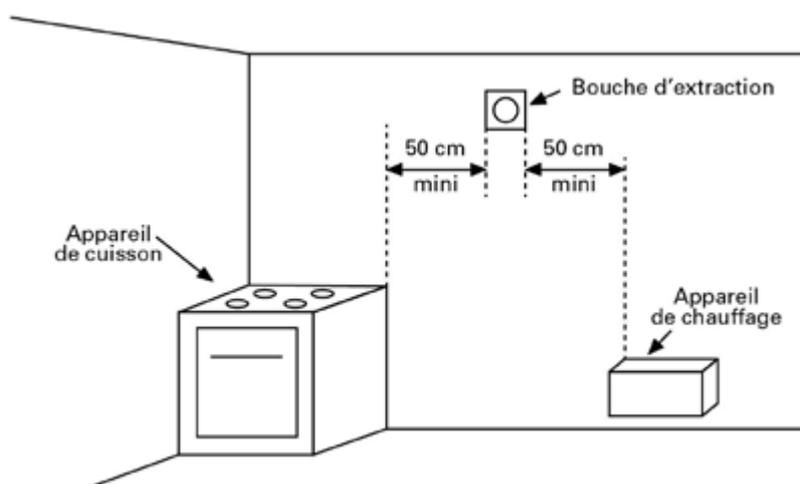


▲ Figure 43 : Emplacement général des bouches de VMC

6.5.2. • Installation des bouches hygroréglables

Le Cahier des Prescriptions Techniques communes aux Avis Techniques de ventilation hygroréglable précise les dispositions d'implantation des bouches d'extraction hygroréglables afin qu'elles ne soient pas influencées par la chaleur dégagée par les appareils de chauffage ou de cuisson. Ces préconisations permettent de répondre au problème pressenti lors de l'utilisation d'un système de chauffage statique.

Les bouches d'extraction peuvent être installées en paroi verticale ou en plafond. Elles doivent être placées en dehors du volume délimité par deux plans verticaux perpendiculaires à la paroi et distants de 50 cm des bords extérieurs de l'appareil de chauffage ou de cuisson concerné (Figure 44).



▲ Figure 44 : Zone d'installation des bouches d'extraction hygroréglables en présence d'une source de chaleur

6.6. • Raccordement des conduits et accessoires

6.6.1. • Accessoires à joint

L'utilisation d'accessoires à joint pour la réalisation des raccords entre conduits est une solution qui permet :

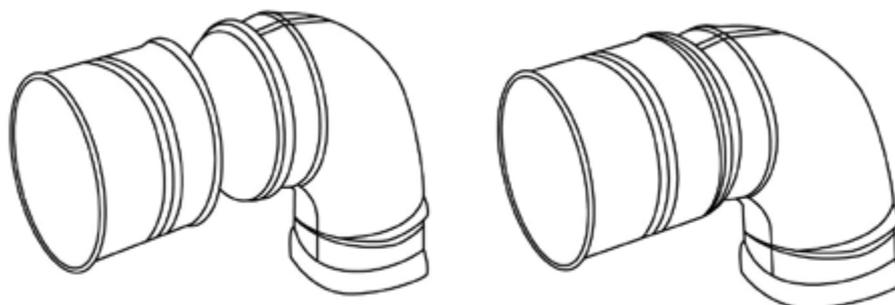
- d'améliorer l'étanchéité du réseau ;
- de faciliter la pose et ainsi diminuer les temps de mise en œuvre.

De plus, les accessoires semblent offrir une bonne résistance aux conditions extérieures.

Afin d'assurer une parfaite tenue et garantir une bonne étanchéité, il est nécessaire de verrouiller le montage du conduit sur l'accessoire à l'aide de vis ou de rivets possédant un dispositif d'étanchéité au niveau

de la tête (à défaut, ces dernières devront être mastiquées) ou par un système de clipsage.

Pour les accessoires à joints, les vis et/ou rivets de fixation doivent être positionnés à une distance suffisante (de 10 à 20 mm) du bord du conduit afin de ne pas endommager le joint de l'accessoire.



▲ Figure 45: Montage des accessoires à joint

6.6.2. • Accessoires sans joint

Les raccords entre conduits peuvent être réalisés de façon « classique » via l'utilisation d'accessoires traditionnels : mastic, bande adhésive voire rivets.

Pour les diamètres supérieurs à 315 mm pour lesquels il est difficile de poser du mastic sur le bord d'attaque, il est possible de réaliser l'étanchéité par mastic sur le pourtour extérieur.

Afin que l'efficacité du mastic ne soit pas altérée dans le temps par les UV ou les températures, il est nécessaire de le recouvrir d'une bande adhésive de protection adaptée.

Moyennant une mise en œuvre soignée, l'utilisation de mastic et de bande adhésive permet d'obtenir une bonne étanchéité des réseaux.

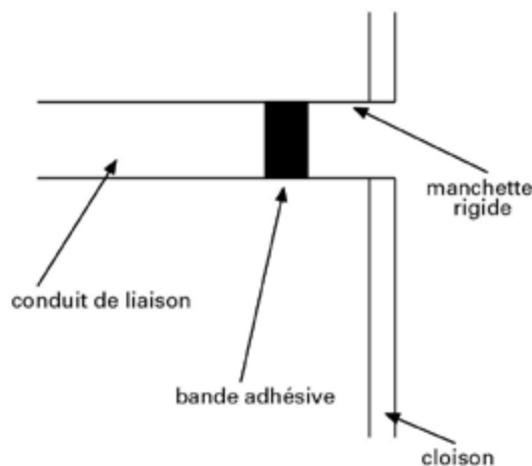
6.6.3. • Raccordement de la bouche d'extraction au conduit de liaison

Le conduit de liaison permet d'assurer le lien entre la bouche d'extraction et le collecteur vertical. Il s'agit de conduits rigides ou de conduits flexibles. Les épaisseurs minimales sont données dans le NF DTU 68.3.

Le raccordement de la bouche d'extraction au conduit de liaison doit se faire de préférence par l'intermédiaire d'une manchette rigide comme présenté en (Figure 46).

Le conduit flexible est fixé sur la manchette par une colle spécifique ou par l'intermédiaire d'un joint.

Il est nécessaire que la manchette rigide soit adaptée à la bouche d'extraction à raccorder.



▲ Figure 46 : Mise en œuvre d'une bouche d'extraction

6.6.4. • Raccordement du conduit de liaison au collecteur vertical

Le raccord d'étage permet d'assurer la liaison entre le collecteur vertical et les conduits horizontaux de liaison avec les bouches d'extraction.

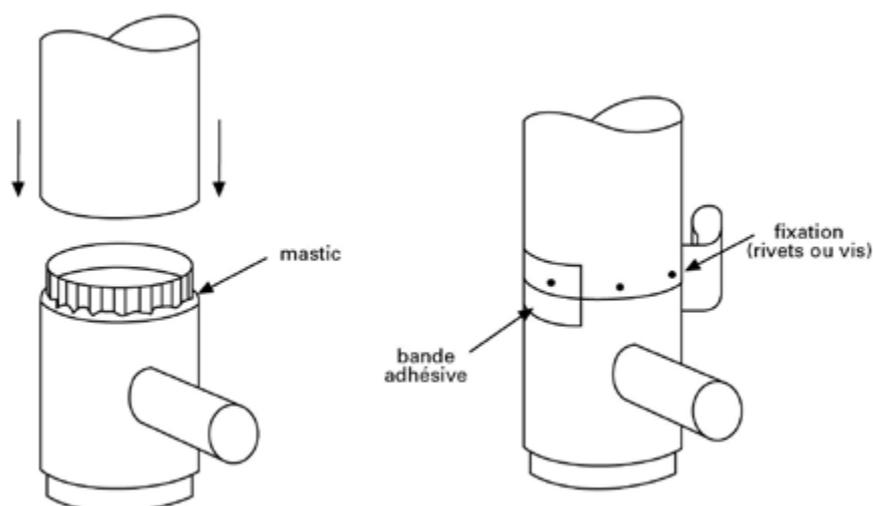
Il peut utiliser :

- des pièces préfabriquées en usine avec accessoires à joints ;
- des pièces préfabriquées en usine sans accessoires à joints ;
- des pièces non préfabriquées en usine.

Pour réaliser cette liaison, il est fortement recommandé d'utiliser une pièce spécifique réalisée en usine (collecteur d'étage, té). Les principales étapes de mise en œuvre sont décrites à la (Figure 47).

L'utilisation conjointe de mastic, vis autoperforantes et bande adhésive permet d'assurer un bon niveau d'étanchéité de ce raccord.

L'utilisation d'accessoires à joint dispense d'utiliser du mastic et du ruban adhésif.



▲ Figure 47 : Réalisation d'un raccord d'étage avec une pièce préfabriquée sans accessoire à joint



Sauf contraintes spécifiques de chantier, la réalisation de piquages express est à proscrire.

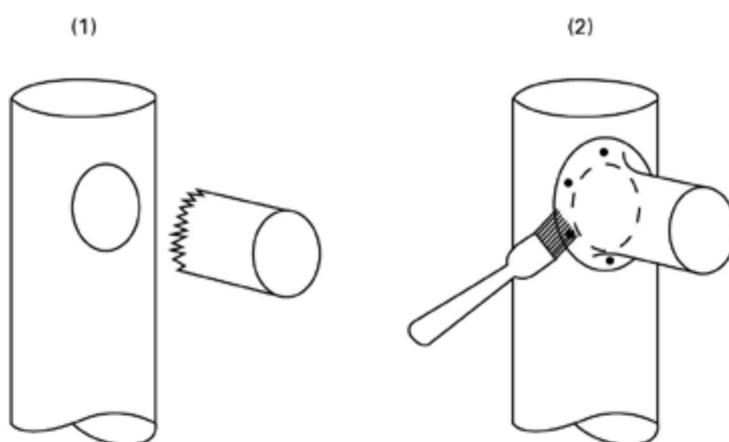
En effet, les piquages express présentent des risques vis-à-vis de l'étanchéité notamment :

- si la découpe n'est pas adaptée au diamètre du piquage ;
- si la découpe rive et crée une prise d'air.

Néanmoins, dans le cas d'un piquage express, la mise en œuvre doit être particulièrement soignée pour éviter tout problème de fuites.

Il convient de procéder comme présenté à la (Figure 48) :

- découper proprement la colonne au même diamètre que le piquage avec une grignoteuse (1),
- fixer le piquage sur la colonne par des vis auto-perforeuses ou des rivets (2),
- étanchéifier le raccord en appliquant du mastic sur tout le pourtour du raccord (2).



▲ Figure 48 : Réalisation d'un piquage express

COMMENTAIRE

Il est primordial que le piquage soit d'un diamètre identique au diamètre de la pièce mise en place sur ce piquage. Si tel n'est pas le cas, des fuites ou/et des pertes de charge supplémentaires peuvent se produire.

6.6.5. • Raccordement entre conduits

Pour raccorder entre eux les conduits aérauliques, il faut privilégier l'utilisation de pièces préfabriquées : raccords mâle-mâle, coudes,... Le raccord entre ces pièces nécessite l'utilisation de mastic avec vis auto-perforeuses et bande adhésive ou d'accessoires à joint.

Malgré ces précautions, une mauvaise réalisation du support du collecteur vertical peut entraîner, à plus ou moins long terme, des mouvements de conduits engendrant des craquelures du mastic, des déboîtements des conduits,...

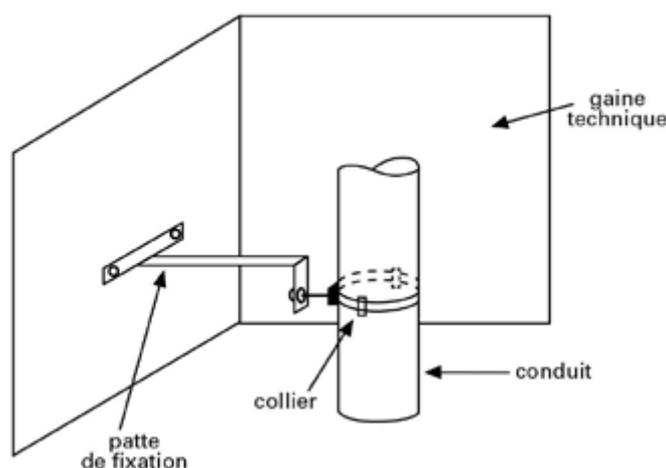


Le supportage avec des feuilards perforés est à éviter pour la fixation des réseaux verticaux car il manque de rigidité et de stabilité.

La solution à préconiser repose sur l'utilisation d'une tige filetée rigide avec mise en place d'un collier (Figure 49). Elle permet un bon maintien du réseau et évite de transmettre les vibrations aux cloisons voisines.

Une autre solution pour minimiser la propagation de bruit est de mettre une patte de suspension anti-vibratile entre le collier et la tige filetée rigide.

La fixation des réseaux horizontaux peut être réalisée par l'utilisation de feuilards.



▲ Figure 49 : Supportage d'un réseau collecteur vertical

6.6.6. • Raccordement des té-souche et des bas de colonne

Le té-souche est un composant du réseau collecteur horizontal permettant de relier celui-ci à un conduit collecteur vertical.

Le té-souche doit disposer d'un couvercle en vue d'assurer les opérations ultérieures de nettoyage. En pied de colonne, un tampon ou bouchon doit être placé pour permettre son obturation.

Pour assurer une bonne étanchéité du conduit vertical, il est essentiel de vérifier la présence et la bonne fixation de ces deux éléments.

A minima, l'étanchéité doit être assurée par la mise en place de bande adhésive, facile à enlever et à ajouter à l'issue d'une opération de maintenance. En complément à la bande adhésive, quelques vis permettent de parfaire l'étanchéité.

L'utilisation seule de vis auto-perforeuses n'est pas suffisante.

Bien que permettant une bonne étanchéité, le recours au mastic pour la fermeture d'un té-souche n'est pas une solution idéale car trop pénalisante lors des opérations de nettoyage.

6.6.7. • Mise en place de trappes de visite

La trappe de visite permet d'accéder au réseau aéraulique pour assurer son entretien. Elle est réalisée avec une grignoteuse ou une meuleuse. L'utilisation de la scie sauteuse est à proscrire car elle ne permet pas d'effectuer une bonne coupe du conduit.

La découpe des trappes de visite doit être régulière afin d'éviter tout risque d'accrochage des appareils ou des personnes assurant l'entretien des réseaux aérauliques.

La réalisation d'une trappe repose sur les étapes suivantes :

- poser le masque de la trappe ;
- percer un trou via une perceuse pour démarrer le découpage de la tôle ;
- découper aux limites du masque ;
- poser la trappe et serrer les deux vis pour assurer l'étanchéité.

En plus du soin à apporter à la réalisation de la trappe de visite, il est primordial de bien choisir le modèle de trappe en fonction du diamètre du conduit. Une trappe mal dimensionnée peut être à l'origine de problèmes d'étanchéité.



Le degré coupe-feu du conduit doit être restitué après la mise en place des trappes de visite.

6.6.8. • Traversée de paroi et de plancher

Pour l'étanchéité du bâti, la traversée de plancher d'un réseau aéraulique nécessite la mise en place, sur la totalité du conduit circulaire, d'un joint de traversée de dalle (désigné aussi résilient) dépassant légèrement de part et d'autre de la dalle ou du mur traversé.

Ce résilient a une épaisseur minimale comprise entre 2 et 3 mm.

Ce joint à base de caoutchouc naturel, de classe M0, permet de désolidariser la dalle du conduit et ainsi d'éviter tout problème sur le réseau lors des phases de dilatation du béton.

Après la mise en place d'un coffrage de rebouchage, la réservation est rebouchée sur toute l'épaisseur.

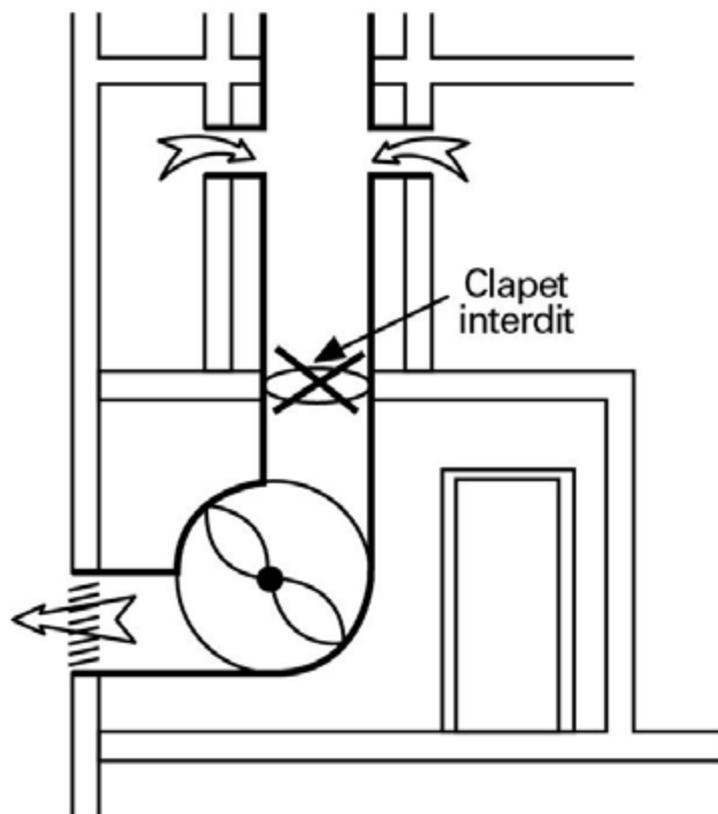
6.7. • L'installation du caisson d'extraction

6.7.1. • Pose du caisson d'extraction

Le caisson d'extraction doit être désolidarisé par des éléments anti-vibratiles (manchettes, plots) des parois et du réseau et positionné le

plus loin possible des pièces de vie (séjour, chambres) afin de réduire les risques de nuisance sonore.

Les conduits de refoulement sont notamment utilisés dans le cas de VMC inversée ou pour assurer la traversée de toiture lorsque l'extracteur est implanté en combles. On parle de VMC inversée lorsque le caisson d'extraction est situé au rez-de-chaussée et non en haut de l'immeuble (terrasse, toiture). Le dimensionnement des pertes de charge doit tenir compte du refoulement. Dans ce cas, il est interdit de placer des clapets dans le conduit collectif (Figure 51).

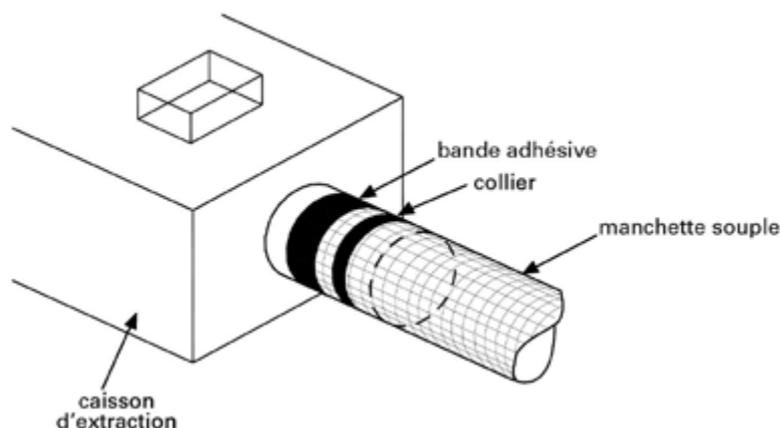


▲ Figure 50 : Restriction d'utilisation de clapets en cas de VMC inversée

6.7.2. • Raccordement du caisson d'extraction au collecteur horizontal

Le raccordement entre le caisson d'extraction et les conduits doit être réalisé par l'intermédiaire d'une manchette souple M0 afin d'éviter la transmission des vibrations du caisson d'extraction aux conduits.

Pour assurer son rôle de désolidarisation entre les composants, la manchette doit être fixée par l'intermédiaire de colliers plats métalliques de serrage. Une bande adhésive (de type « aluminium » si le réseau est extérieur) peut être posée au niveau des liaisons pour parfaire l'étanchéité de l'ensemble. S'agissant d'une liaison mécanique, le mastic est prohibé pour assurer la liaison entre la manchette et le conduit.



▲ Figure 51: Raccordement d'un caisson VMC



Il faut veiller à ce que la manchette souple ne soit pas vrillée, froissée. Pour cela, il est impératif d'avoir une section constante de part et d'autre de la manchette. Une pièce d'adaptation doit être utilisée, si nécessaire.

6.7.3. • Entraînement du moteur du caisson d'extraction

Il existe deux techniques pour transmettre l'énergie du moteur à la roue du caisson d'extraction :

- L'entraînement direct consiste simplement à caler la roue du ventilateur sur l'arbre du moteur électrique. Aucune mise en service n'est nécessaire pour ce type d'entraînement.
- L'entraînement par poulies et courroie est très répandu dans les caissons d'extraction de débit supérieur à 3000 m³/h. Ce dispositif d'entraînement permet d'adapter la vitesse de rotation du ventilateur au point de fonctionnement du réseau. Au moment de la mise en service, il convient d'effectuer ce réglage conformément au dimensionnement.

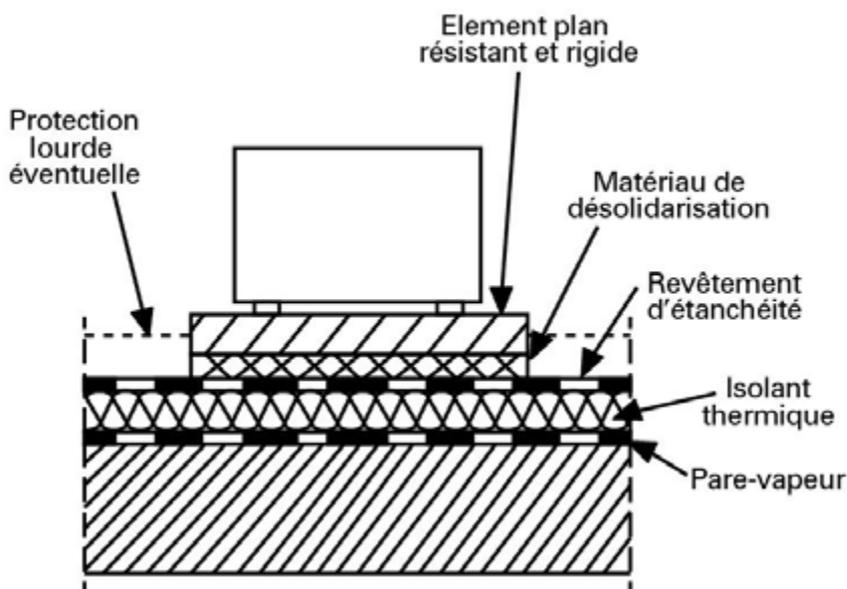
6.7.4. • Raccordement du rejet du caisson d'extraction

La sortie au refoulement doit être libre de toutes contraintes : absence de coude immédiat à 90°, de réductions brusques,... Elle doit être spécifique à la VMC.

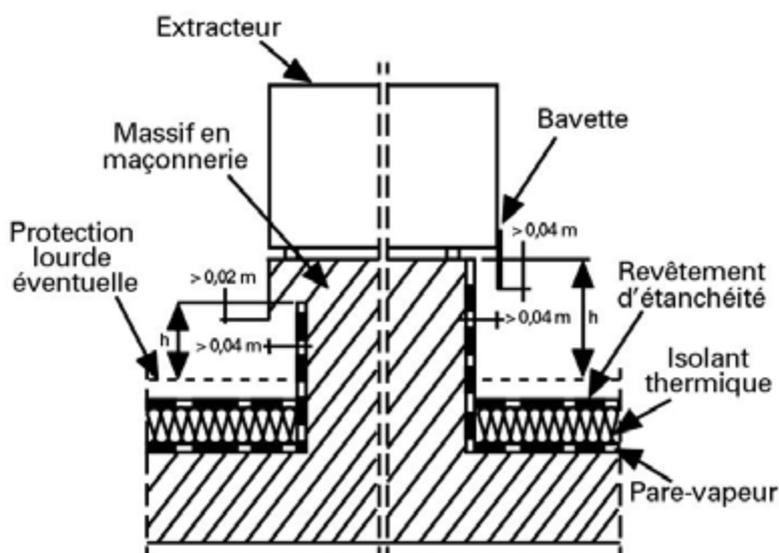
Conformément aux prescriptions du NF DTU 68.3, la liaison de l'extracteur avec la toiture doit permettre l'entretien et la réfection des ouvrages d'étanchéité.

L'installation du caisson est assurée par l'une des deux solutions suivantes :

- soit par interposition d'un matériau de désolidarisation conforme, en ce qui concerne la nature du matériau et la pression admise, aux prescriptions du NF DTU 68.3 (Figure 52) ;
- soit en posant l'extracteur sur un massif émergent en maçonnerie, solidaire de l'élément porteur (Figure 53).



▲ Figure 52 : Interposition d'un matériau de désolidarisation pour la pose de l'extracteur



$h \geq 0,15$ m au dessus de la protection
lourde si elle existe
ou de l'étanchéité protégée

▲ Figure 53 : Pose de l'extracteur sur un massif émergent en maçonnerie



6.7.5. • Raccordement électrique du caisson de ventilation

Les connexions électriques du caisson d'extraction doivent être réalisées dans un boîtier étanche. Un interrupteur de proximité doit être installé à proximité de l'extracteur.

Pour satisfaire aux exigences de la réglementation incendie (arrêté du 31 janvier 1986 modifié, article 60), deux solutions sont envisageables :

- soit un fonctionnement permanent du caisson d'extraction ;
- soit l'utilisation de clapets pare-flammes derrière chaque piquage.

Dans le cas où la première solution est choisie, il est nécessaire que le caisson d'extraction soit raccordé à une ligne électrique spécifique protégée selon les indications du tableau de la (Figure 36).

MISE EN SERVICE ET MISE EN MAIN

7



La mise en service doit consister, en particulier, à vérifier :

- le fonctionnement du caisson d'extraction et ses connexions électriques ;
- l'absence de bruit et de vibration du caisson de ventilation ;
- l'extraction de l'air aux bouches (par vérification visuelle qualitative ou par vérification quantitative par mesure de débits).

La mise en main de l'installation de VMC au client a pour objectif de lui transmettre les informations permettant une utilisation garante de son confort.

Elle débute par une description technique et une explication du fonctionnement de l'installation et de ses différents composants : entrées d'air, bouches d'extraction, caisson d'extraction.

La présentation doit insister sur le caractère permanent de la ventilation, en indiquant :

- de ne pas obstruer les entrées d'air et les bouches d'extraction ;
- de veiller à ce que les passages de transit restent dégagés (absence de moquette rapportée) ;
- de nettoyer régulièrement les entrées d'air et les bouches,

La mise en main se termine par la remise au client d'un dossier technique comportant les notices des matériels installés.

ENTRETIEN ET MAINTENANCE

8



8.1. • *Les spécifications réglementaires*

8.1.1. • Les spécifications générales

Les spécifications générales d'entretien des systèmes de VMC sont récapitulées ici :

- L'article 31.2 du RSDT stipule que « les conduits de ventilation doivent être en bon état de fonctionnement et ramonés chaque fois que nécessaire ».
- Pour les installations collectives, l'article 10 de l'arrêté du 24 mars 1982 modifié demande qu'une courroie supplémentaire de secours équipe les extracteurs à transmission par courroie.
- L'article 16 de l'arrêté du 24 mars 1982 modifié précise que « les dispositifs d'entrée et de sortie d'air doivent pouvoir être facilement nettoyés ».
- L'article 101 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié indique que « le propriétaire ou, le cas échéant, la personne responsable désignée par ses soins est tenu de faire effectuer, au moins une fois par an, les vérifications des installations de détection, de désenfumage, de ventilation, ainsi que toutes les installations fonctionnant automatiquement. Il doit également assurer l'entretien de toutes les installations concourant à la sécurité et doit pouvoir le justifier par la tenue d'un registre de sécurité ».

8.1.2. • Les spécificités de la VMC gaz

L'arrêté du 25 avril 1985 modifié relatif à la vérification et l'entretien des installations collectives de VMC gaz stipule que l'entretien doit être réalisé au moins tous les ans.



Au niveau de l'extracteur, il comprend :

- La vérification des connexions électriques, des paliers et des caractéristiques de fonctionnement ;
- Le nettoyage des pales ;
- Le changement de la courroie.

L'intervention consiste aussi à vérifier :

- La vacuité des collecteurs verticaux et horizontaux ainsi que des conduits de liaison entre les bouches d'extraction et les collecteurs verticaux ;
- Le bon état des manchettes souples, des pieds de conduit, des trappes de visite ainsi que des purges et siphons éventuels.

8.2. • *L'entretien d'une installation de VMC*

8.2.1. • L'entretien des entrées d'air

Les entrées d'air doivent être nettoyées régulièrement (deux fois par an au minimum) pour conserver leurs caractéristiques de débit d'air.

Elles se démontent sans outil et se dépoussièrent à l'aide d'un chiffon doux en prenant garde de ne pas détériorer la partie intérieure.

Le capot extérieur peut être nettoyé à l'aide d'une éponge humide.

Une précaution particulière doit être portée sur les entrées d'air hygro-réglables. Afin de ne pas nuire à leur fonctionnement, il ne faut pas mouiller les parties fixes.

De même, le système de commande des entrées d'air hygro-réglables ne doit pas être mouillé, ni démonté.



Toute obstruction des entrées d'air doit être supprimée.

8.2.2. • L'entretien des bouches d'extraction

Les bouches d'extraction peuvent être le lieu d'un encrassement important. Elles doivent être nettoyées et dégraissées régulièrement : au minimum deux fois par an pour les bouches sanitaires et une fois par trimestre pour les bouches de cuisine.

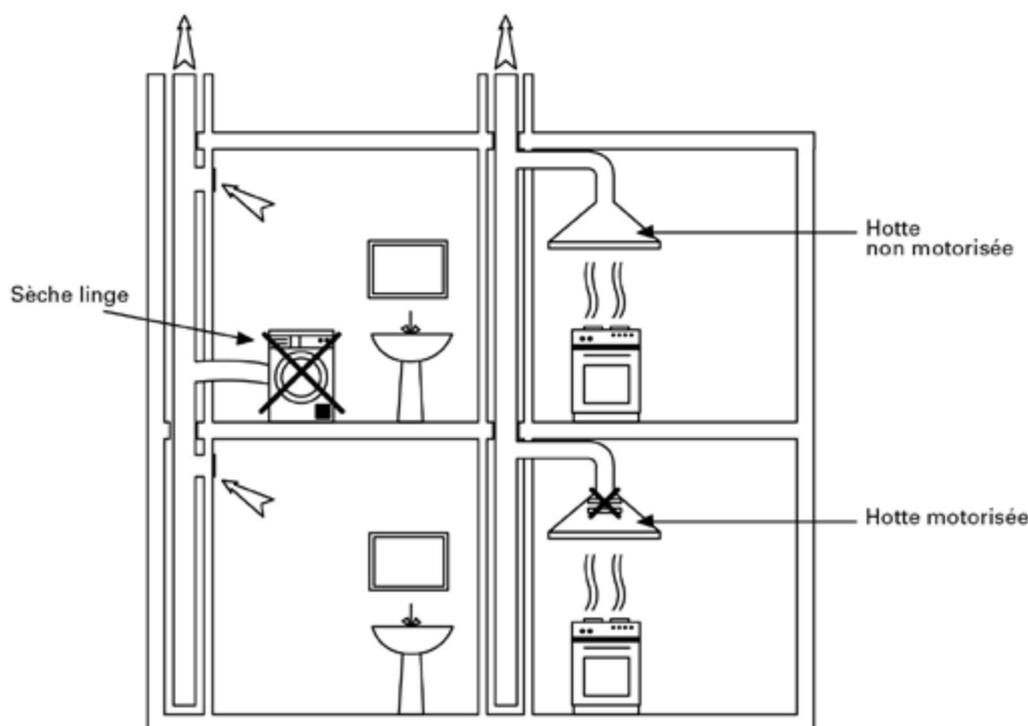
Dans le cas d'un entretien par le technicien, ce dernier profitera de sa visite pour en vérifier l'état général (fixations, raccordements souples).

Le système de commande des bouches hygro-réglables ne doit pas être mouillé, ni être démonté.



L'opération de nettoyage des bouches est l'occasion de vérifier s'il n'existe pas de raccordement inopportun sur l'installation de VMC, notamment de hottes motorisées ou de sèche-linges.

Ces raccordements ne sont pas conformes aux exigences de l'article 14 de l'arrêté du 24 mars 1982 modifié car ils entraînent une surpression dans le conduit collecteur collectif et peuvent créer des risques de refoulement aux étages supérieurs (Figure 54).



▲ Figure 54 : Raccordements autorisés et interdits en VMC habitat collectif

8.2.3. • L'entretien du caisson d'extraction

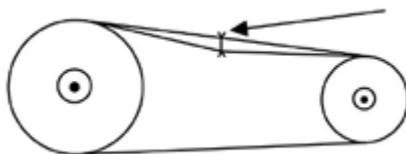
Le caisson d'extraction doit être accessible (par un panneau amovible par exemple) afin de réaliser l'entretien et la maintenance.

Dans le cas d'un entraînement par poulies et courroie, l'intervention d'entretien consiste à :

- Contrôler l'alignement moteur-ventilateur et le serrage des fixations ;
- Contrôler l'état de la courroie et sa tension (Figure 55) ;

Une vérification annuelle de la courroie, avec si nécessaire son remplacement, est généralement requise. Conformément à l'article 10 de l'arrêté du 24 mars 1982, une courroie de secours doit se trouver dans le caisson de ventilation.

Le nettoyage des aubes et du pavillon d'aspiration est effectué avec un aspirateur ou une brosse plutôt qu'avec un chiffon. En cas de fort encrassement, un goupillon peut être utilisé pour gratter le dépôt.



▲ Figure 55: Vérification de la tension de la courroie

COMMENTAIRE

Une courroie mal tendue entraîne glissement et usure. Une courroie trop tendue conduit à un échauffement et une usure des paliers

8.3. • L'hygiénisation d'une installation de VMC

8.3.1. • Nécessité de l'hygiénisation

L'environnement extérieur contient naturellement un ensemble d'impuretés dont des micro-organismes et des particules de matières organiques et inorganiques.

Le cheminement des particules dans le réseau est soumis à deux forces principales :

- les forces aérodynamiques permettant l'entraînement des particules dans le flux d'air ;
- les forces d'adhérence engendrant le dépôt de la particule sur la surface.

Ce phénomène d'adhérence entraîne la création d'un dépôt poussiéreux en surface du conduit qui va accroître sa rugosité et ainsi favoriser l'adhérence d'autres particules à l'origine du phénomène d'encrassement.

Cette accumulation de poussières et des conditions de température et d'humidité favorables peuvent favoriser le développement de micro-organismes.

L'adhésion microbienne sur la surface est ainsi suivie d'une production de substances exocellulaires conduisant à la formation d'une matrice organique appelée biofilm. Lors de leur relargage dans le flux d'air, les biofilms peuvent, s'ils sont composés de bactéries pathogènes, être à l'origine de problèmes d'hygiène dans l'environnement intérieur et ainsi provoquer chez les occupants des allergies et des pathologies plus ou moins graves (aspergilloses,...). Cette contamination peut s'effectuer par voie respiratoire, cutanée ou digestive.



A cette pollution microbienne peut également s'ajouter une pollution olfactive mais surtout particulaire liée au dépôt poussiéreux présent dans le réseau.

L'encrassement des réseaux est également à l'origine :

- d'une diminution de la section de passage d'air et d'une augmentation des pertes de charge qui ont une incidence sur le débit ;
- d'un vieillissement prématuré des réseaux sous l'action du biofilm ;
- d'une incidence sur le risque d'incendie. Les conduits sont conçus dans des matériaux qui limitent la propagation d'incendie, cependant le dépôt recouvrant les parois des conduits est généralement constitué de matières organiques donc combustibles qui peuvent favoriser la propagation d'incendie.

Pour toutes ces raisons il convient d'entretenir régulièrement les réseaux aérauliques et de les faire hygiéniser dès que cela est nécessaire. La (Figure 56) montre les conséquences de l'encrassement sur une installation de VMC.

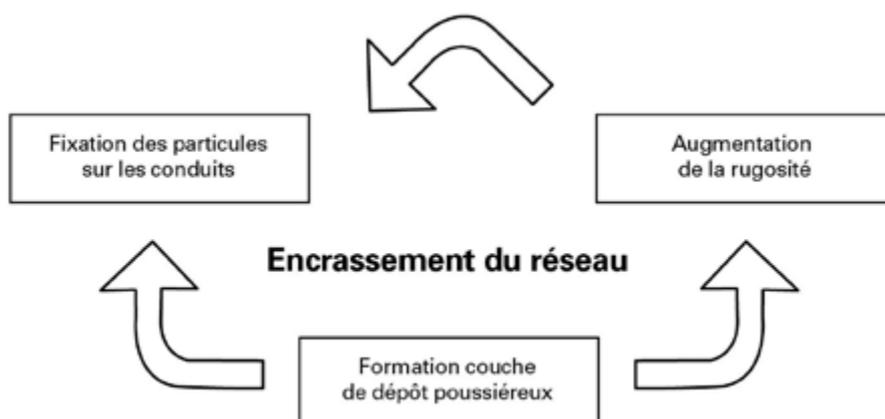
Les poussières se déposent principalement sur la partie inférieure des conduits par sédimentation.

Cependant, la répartition et l'accumulation des poussières sont fortement influencées par la turbulence de l'écoulement d'air créée par les singularités du réseau. En ces zones, les particules transportées par l'air sont projetées sur les parois des conduits et y sont interceptées.

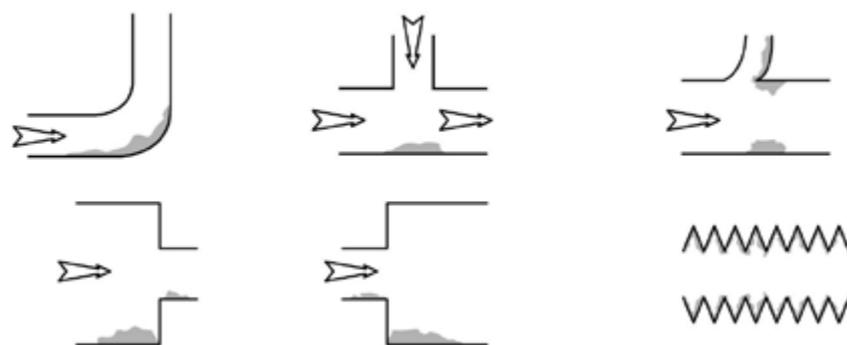
La (Figure 57) montre les lieux d'accumulation privilégiés de la poussière.

Les rainures des conduits spiralés, les copeaux de métal, la présence de raidisseurs, de têtes de vis qui dépassent de la surface ou même de zones de corrosion sont des facteurs qui favorisent l'accumulation ponctuelle de poussières.

Pour une épaisseur et une longueur de tôle données, le dépassement d'un diamètre maximal impose de réaliser un raidissage à l'origine de renforcements qui peuvent favoriser l'accumulation de dépôts.



▲ Figure 56 : Conséquences de l'encrassement sur le fonctionnement des installations de VMC



▲ Figure 57 : Lieux d'accumulation privilégiés de la poussière au niveau des singularités

8.3.2. • Le diagnostic préalable

La première étape du diagnostic consiste en un repérage visuel de l'installation.

Il s'agit de prendre connaissance de l'installation pour déterminer les aménagements à prévoir ainsi que le matériel à utiliser lors de l'opération d'hygiénisation. Par exemple :

- Localisation et nombre de trappes d'accès à installer ;
- Aménagements à prévoir : échafaudages, harnais de sécurité, matériel pour protéger l'environnement extérieur,...

En complément de l'inspection visuelle, des mesures sont réalisées pour évaluer l'état d'encrassement de l'installation. Les mesures microbiologiques ne sont pas traitées ici.

Prélèvement d'empoussièrement

L'objectif essentiel du prélèvement d'empoussièrement est de déterminer si l'installation doit être nettoyée.

Pour effectuer des prélèvements dans les meilleures conditions mais également pour permettre l'opération de nettoyage, il est quelquefois nécessaire de réaliser des trappes de visite.

La méthode utilisée pour effectuer des prélèvements de poussières surfaciques est basée sur le principe d'aspiration (débit de 15 l/min) du dépôt poussiéreux au travers d'un filtre monté dans un porte filtre raccordé à une pompe.

L'ensemble filtre et porte filtre est pesé avant puis après l'échantillonnage afin de calculer la masse de poussière collectée selon la surface sur laquelle est effectuée le prélèvement. Cette valeur est ensuite exprimée en densité d'empoussièrement en g/m².



Diagnostic vidéo

En règle générale, le diagnostic vidéo doit être effectué après les mesures d'empoussièrement afin de ne pas modifier l'état spatial de l'encrassement dans le réseau.

Le diagnostic vidéo est largement répandu et utilisé par les professionnels. C'est un élément essentiel à la détermination de l'état de l'installation. Le suivi vidéo permet lors du diagnostic de visualiser l'état d'encrassement du réseau. Des clichés pourront être pris afin d'étayer et de prouver l'état de l'installation.

Deux techniques de diagnostic vidéo sont pratiquées :

- Le diagnostic à l'œil nu. Il nécessite des accès au conduit et permet de réaliser des clichés ponctuels. Il est réalisé à l'aide d'un endoscope. Le percement d'un orifice de 1 cm de diamètre est réalisé dans le conduit. L'orifice est ensuite bouchonné.
- Le diagnostic à l'aide d'une caméra vidéo ou d'un robot muni d'une caméra. Il permet d'obtenir un visuel précis de l'intérieur du réseau. La caméra est principalement utilisée pour les conduits verticaux. Le robot est mis en œuvre au niveau des réseaux horizontaux ou faiblement inclinés de diamètre supérieur ou égal à 200 mm. L'appareil photo numérique peut également être utilisé pour prendre des photos à partir des trappes de visite.

Mesures des caractéristiques aérauliques

Lors du diagnostic, le professionnel effectue des mesures de débit (anémomètre à hélice, thermique,...) ou de pression (dépressiomètre) en vue d'établir un comparatif avant/après l'hygiénisation. Généralement elles sont faites au niveau des bouches d'extraction au premier et dernier niveau d'un bâtiment voire même à un niveau intermédiaire.

Les techniciens peuvent également vérifier que ces valeurs sont conformes à la réglementation en vigueur.

Attention, une situation non conforme aux exigences réglementaires n'est pas obligatoirement liée à un encrassement de l'installation mais peut être due à un problème de dimensionnement.

8.3.3. • L'opération d'hygiénisation

La méthode d'hygiénisation et le matériel employé diffèrent selon les caractéristiques de l'installation et l'état de dégradation du réseau.

L'hygiénisation des réseaux qui consiste à les nettoyer peut couvrir des interventions de dépoussiérage, de désinfection et éventuellement de dégraissage. Seul le dépoussiérage est décrit ici.

La méthodologie générale de dépoussiérage du réseau consiste à combiner deux actions complémentaires :

- le décollement des poussières ;

- la mise en dépression du réseau afin de faciliter le captage des poussières.

Le décollement des poussières peut être réalisé par différentes techniques. Les deux plus fréquentes sont :

- le brossage mécanique réalisé à l'aide d'une brosse de dureté variable en fonction de la nature du conduit. La brosse est mise en mouvement par une tringle entraînée par des moteurs à vitesse variable ;
- l'aérocuration qui consiste à propulser un module dans le conduit grâce à de l'air comprimé. L'impact des filaments du module sur les parois des conduits permet de décoller les poussières.



La mise en dépression du réseau est obtenue par une centrale d'aspiration.

Le caisson d'extraction, dans l'absolu, ne doit pas être utilisé pour générer la dépression nécessaire dans les conduits. Mais, dans l'impossibilité de placer une centrale d'aspiration en toiture-terrasse ou en comble, le caisson d'extraction pourra servir à cet effet, sous réserve de l'équiper au refoulement d'un filtre F5.

Pour nettoyer les silencieux, les techniciens nébulisent un produit M0 isolant la laine minérale du flux d'air tout en conservant ses caractéristiques mécaniques. Le silencieux peut alors être hygiénisé en prêtant attention à ne pas abîmer la laine minérale.

Le nettoyage des réseaux est aussi l'occasion de vérifier :

- le fonctionnement des registres de réglage ou d'isolement ;
- l'état des raccords souples, des fixations, du calorifugeage et de l'étanchéité.

Au terme de l'opération de nettoyage, des mesures de débit et de pression sont effectuées aux mêmes endroits que lors du diagnostic. Ces valeurs seront ensuite comparées à celles obtenues au cours du diagnostic afin de vérifier que l'hygiénisation a bien été effectuée et l'absence d'anomalie.

Après l'opération d'hygiénisation, une mesure d'empoussièrement pourra être proposée au client, voire des prélèvements d'air et de surface.

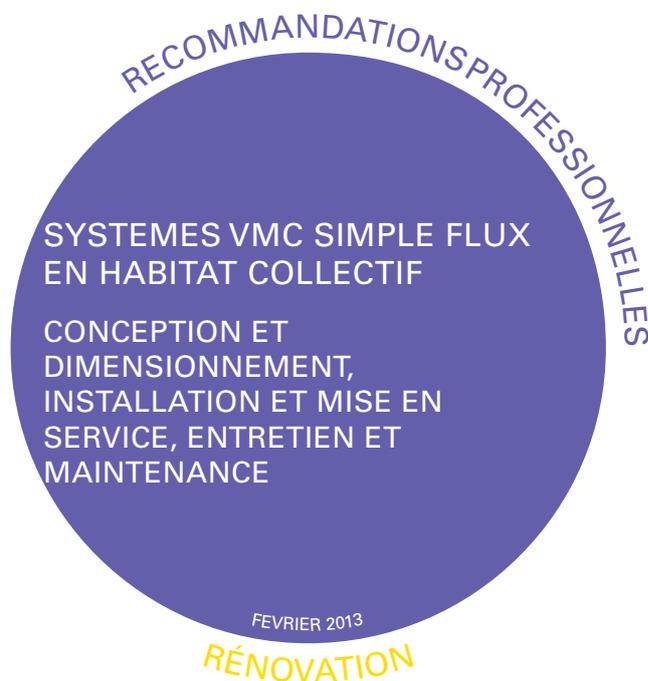
Le rapport d'intervention pourra être enrichi par des clichés et des vidéos pris au cours de l'opération d'hygiénisation afin d'étayer et d'illustrer le déroulement de l'opération et de l'état de l'installation aéraulique après l'intervention des professionnels.

PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOV) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.





La mise en œuvre d'un système de ventilation mécanique contrôlée simple flux en habitat collectif dans le cadre de travaux de rénovation doit reposer sur une étude de faisabilité afin qu'elle soit adaptée à l'installation en place et qu'elle garantisse la qualité de l'air et la maîtrise des consommations énergétiques attendues, sans oublier la sécurité incendie et des incidences acoustiques réduites.

C'est ce que proposent, dans une première partie, ces Recommandations professionnelles sur la base d'un diagnostic du bâtiment et du système de ventilation en place : ventilation naturelle, ventilation mécanique avec les spécificités imposées par les réglementations suivent la date de construction, voire absence.

Des scénarii de remplacement sont présentés, listant les aménagements à effectuer pour chaque solution. Par exemple : passage d'une VMC associée à des bouches d'extraction fixes pare-flamme à une VMC hygroréglable. Des organigrammes de décision mettent en avant les possibilités ou impossibilités techniques (existence de conduits verticaux, état des conduits,...).

Dans une seconde partie, ces Recommandations dédiées à l'habitat collectif édictent les règles techniques :

- de conception et de dimensionnement ;
- d'installation et de mise en service ;
- d'entretien et de maintenance.

en passant en revue chaque composant constituant le système de VMC simple flux : entrées d'air, passages de transit, bouches d'extraction, réseau de conduits, caisson d'extraction et rejet d'air.

Ces Recommandations s'appuient sur les exigences du NF DTU 68.3 qui concerne la conception et la mise en œuvre des installations nouvelles de ventilation mécanique contrôlée dans l'habitat.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

