



Mieux ventiler dans l'existant : méthodologie et diagnostic

De récentes études ont dressé l'état du parc existant des systèmes de ventilation, recensé et analysé leurs dysfonctionnements. Elles proposent une méthodologie d'amélioration basée sur un arbre des choix possibles et une liste comparative des solutions répertoriées (coût, performances). Des guides d'autant plus d'actualité que la nouvelle réglementation thermique dans l'existant intègre des contraintes vis-à-vis de la ventilation.

La ventilation n'échappe pas à la récente réglementation thermique applicable aux bâtiments existants (RT Existant). La législation divise les projets de réhabilitation en deux. Le premier cas concerne les immeubles d'une Surface hors œuvre nette (Shon) supérieure à 1 000 m², construits après 1948, pour lesquels le montant des travaux de rénovation thermique dépasse 25 % de la valeur globale de l'ouvrage. Le second cas s'applique à tous les autres bâtiments et de manière systématique à ceux dont la surface est inférieure à 1 000 m². Dans le premier cas, les règles sont définies par l'arrêté du 13 juin 2008, publié au *Journal Officiel* du 8 août 2008 et aussitôt entré en vigueur (1). On parle de RT Existant « Globale ». À l'image de ce qui est imposé en construction neuve, il faut alors procéder à un calcul de consommation d'énergie : le coefficient C du projet doit être inférieur à une valeur de référence, avec définition de seuils haut et bas (voir article page 53 de ce numéro). Dans le second cas, la procédure est beaucoup plus simple. Pour chaque partie d'ouvrage, il faut



respecter des exigences spécifiques fixées par l'arrêté du 3 mai 2007 applicable aux marchés signés depuis le 1^{er} novembre 2007. Il s'agit de la RT Existant dite « Élément par élément » (voir le n° 109 de *Qualité Construction*, pages 57 à 62).

Satisfaire aux nouvelles exigences thermiques

Quelles sont les contraintes thermiques liées à la ventilation ? La RT Existant « Globale » stipule que « *le même air extérieur sert à ventiler successivement les locaux contigus ou séparés uniquement par des circulations* ». Il faut donc privilégier le principe de la ventilation générale par balayage, avec entrée d'air neuf dans les zones de vie et extraction d'air vicié dans les locaux techniques.

Dans le logement résidentiel, l'aération doit être permanente. Une ventilation ponctuelle – naturelle ou mécanique – est admise dans les locaux de service. En revanche, les pièces principales doivent alors être munies d'entrées d'air de module minimum 45 pour les chambres et 90 pour les séjours, soit des débits pratiquement multipliés par deux par rapport à ceux prescrits dans le cadre des solutions modernes de Ventilation mécanique contrôlée (VMC)... ➔

Photo Air-H :

Lors des rénovations, il est recommandé de privilégier le principe de la ventilation générale par balayage, avec entrée d'air neuf dans les pièces principales.

(1) Le décret n° 2007-363 du 19 mars 2007 prévoit que ces dispositions entrent en vigueur pour les permis de construire déposés à compter du 1^{er} avril 2008.



Mieux ventiler dans l'existant : méthodologie et diagnostic



Photo AOC:

L'absence de ventilation dans cette salle de bains empêche d'évacuer correctement l'eau de condensation. L'enduit plâtre s'humidifie et les couches de peinture se décollent par lambeaux.

En habitat chauffé par effet Joule, le système de référence est décrit sous la forme d'une installation avec modulation des débits permettant de réduire de 25 % les déperditions énergétiques liées au renouvellement d'air hygiénique. Pour les autres logements, la référence prévoit une modulation des débits – ou une récupération de chaleur – avec diminution de 10 % des pertes calorifiques. Les bouches d'extraction situées en cuisine disposent de deux débits avec commande manuelle. En présence d'une aération mécanique, les puissances de référence des ventilateurs sont fixées à 0,25 W/m³ par heure. Elles peuvent atteindre 0,40 W/m³ par heure dans le cas d'une insufflation avec filtre de classe F5 à F9.

Pour les locaux à usage autre que d'habitation – le tertiaire –, le système de référence est une ventilation avec insufflation et extraction sans échangeur de chaleur et sans préchauffage d'air neuf. Les débits entrant et sortant sont égaux. Ils doivent être liés aux variations de l'occupation : le coefficient de référence de réduction des débits est de 0,5. Dans le cas des ventilations mécaniques, les puissances de référence des ventilateurs de soufflage et d'extraction sont de 0,30 W/m³ par heure. Elles peuvent monter à 0,45 W/m³

par heure en insufflation lorsque l'air neuf passe par une filtration de classe F5 à F9. Dans les locaux à usage ou pollution nettement différent, il est préconisé de mettre en place des systèmes indépendants. En période d'inoccupation et de chauffage, ou de refroidissement, les débits doivent être limités aux valeurs minimales. En outre, il est indispensable de temporiser tous les dispositifs de commande manuelle.

Enjeux contradictoires... et fonctions combinées

De son côté, la RT Existant « Élément par élément » s'attache essentiellement à l'efficacité des systèmes mécaniques. Elle stipule que les équipements « installés ou remplacés dans les locaux d'habitation devront présenter une consommation maximale de 0,25 Wh/m³ par ventilateur, qui peut être portée à 0,4 Wh/m³ en présence de filtres F5 à F9. » Mais il est possible d'en reporter l'application : les valeurs peuvent être majorées de 0,05 Wh/m³ par ventilateur jusqu'au 30 juin 2009. Dans les locaux à usage autre que d'habitation, la consommation maximale est fixée à 0,3 Wh/m³ ou bien 0,4 Wh/m³ en cas d'une filtration F5 à F9 sur l'insufflation. Là encore, une majoration de 0,05 Wh/m³ par ventilateur est admise jusqu'au 30 juin 2009. Par ailleurs, dans les bâtiments d'une surface supérieure à 400 m², il faut prévoir une gestion automatique des variations de débits entre périodes d'occupation et d'inoccupation. D'une manière générale, il faut bien souligner que le simple respect des exigences thermiques ne suffit pas pour apporter une réponse pertinente aux problèmes de ventilation rencontrés dans les opérations de réhabilitation. Par définition, la réglementation thermique vise à réduire les déperditions. La logique est évidente : plus les flux d'air sont limités, plus on économise l'énergie. Les travaux de rénovation renforcent l'isolation. Ils réduisent sensiblement la perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments. Ce constat est particulièrement flagrant lors du remplacement des fenêtres : les menuiseries modernes

RÉUSSIR L'ÉTANCHÉITÉ DE L'ENVELOPPE ET DES RÉSEAUX AÉRAULIQUES

Dans l'existant, comme dans le neuf, il faut veiller aux infiltrations d'air. Il n'est pas envisageable d'adopter le principe d'une ventilation générale par balayage sans une étanchéité correcte de l'enveloppe du bâtiment. Et plus le système de ventilation est performant, plus la perméabilité du bâti doit être optimisée.

Le Cete de Lyon a publié en mai 2008, en collaboration avec l'Ademe et l'association Air-H, un guide sur l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et des réseaux. Plus précisément, son objet est « l'élaboration et l'application d'une démarche qualité » (1). Après quelques fiches méthodologiques, le document propose un livret de sensibilisation des acteurs. Le problème semble, en effet, négligé par les professionnels. Or, les perméabilités mesurées sur site montrent qu'entre un quart et un tiers de l'air neuf provient

de fuites de l'enveloppe... Ces infiltrations parasites peuvent dégrader la qualité de l'air et causer une augmentation des besoins de chauffage de l'ordre de 10 % pour des VMC simple flux, jusqu'à 25 % pour des VMC double flux. L'ouvrage présente également des carnets de détails constructifs qui attirent l'attention de toute la filière sur les points à surveiller. Il s'inscrit dans la continuité d'un guide précédent, également publié par le Cete de Lyon, intitulé *Perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments : généralités et sensibilisation*. Le document ne revient donc pas sur les notions générales liées au renouvellement d'air et à l'étanchéité, ou encore sur la quantification de l'impact énergétique.

(1) Pour se procurer l'ouvrage *Réussir l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et des réseaux - Élaboration et application d'une démarche qualité* : www.cete-lyon.equipement.gouv.fr ou CETE-Lyon@developpement-durable.gouv.fr.

Mieux ventiler dans l'existant : méthodologie et diagnostic



sont beaucoup plus étanches que les anciennes. C'est la raison pour laquelle il est recommandé de prévoir une entrée d'air en partie haute des dormants. En effet, il faut veiller à garantir l'aération hygiénique sous peine de concentrer l'humidité et les pollutions, avec comme conséquence l'apparition de condensation et moisissure, mais aussi la dégradation de la qualité de l'air intérieur.

En logement neuf, l'obligation de prévoir un renouvellement d'air hygiénique est définie par l'arrêté du 24 mars 1982 modifié par l'arrêté du 28 octobre 1983. Des dispositions complémentaires sont précisées par le Règlement sanitaire départemental type (RSDT). Par ailleurs, en plus des contraintes thermiques déjà évoquées, l'aération doit satisfaire à bien d'autres exigences : isolation acoustique, sécurité incendie et désenfumage, mais aussi sécurité des installations de gaz, voire règles applicables aux parkings couverts ou aux Immeubles de grande hauteur (IGH). Il arrive même que les installations participent à la lutte contre la pollution du radon, ce gaz radioactif émis par la croûte terrestre dans certaines zones géographiques...

En tertiaire, les installations de ventilation sont confrontées aux mêmes réglementations que dans le résidentiel. En plus, elles doivent prendre en compte les spécifications du Code du travail et parfois s'inscrire dans le cadre particulier des Établissements recevant du public (ERP). Nombreux sont les professionnels qui souhaiteraient que toutes ces exigences éparpillées soient réunies dans un seul texte... D'autant plus que les fondements actuels du renouvellement d'air hygiénique remontent à plus de 25 ans.

Photographie du parc et des pathologies

Participer à la réflexion sur les futures nouvelles règles de ventilation, tel est l'un des objectifs majeurs de l'association Air-H. Celle-ci réunit cinq industriels qui comptent parmi les leaders du marché français : les sociétés Aereco, Anjos, Aldes, France-Air et Unelvent. On y trouve aussi deux organismes professionnels importants pour la filière : le Centre technique

des industries aérauliques et thermiques (Cetiat) et l'Union syndicale des constructeurs de matériel aéraulique, thermique, thermodynamique et frigorifique (Uniclima). L'association s'investit dans des enquêtes et analyses qui visent à mieux connaître et à améliorer les modalités de ventilation du parc des bâtiments en France. Elle entend notamment promouvoir les techniques de ventilation mécanique dans l'existant. En 2007, Air-H a diffusé les résultats d'une étude cofinancée par l'Ademe sur les installations de ventilation dans l'existant. Dénommée *Enjeux et propositions d'améliorations à travers les diagnostics*, elle a été conduite sous l'égide d'un comité de pilotage par trois auteurs : Anne Tissot du Cetiat, Anne-Marie Bernard du bureau d'études Allie'Air et Pierre Barles du bureau d'études PBC (2).

L'étude commence par dresser un état du parc existant des systèmes de ventilation. « Nous avons travaillé à partir des chiffres Insee, de l'historique des réglementations successives et des données du marché de la réhabilitation », explique Anne-Marie Bernard. En habitat, l'obligation d'une ventilation générale par balayage est apparue en 1969. Ainsi, 35 % du parc reste équipé d'une simple aération ponctuelle des pièces humides, tandis que 12 % ne dispose encore d'aucun système spécifique (voir tableau ci-dessous). Il s'avère donc que 53 % des logements bénéficient d'un balayage général permanent : 20 % en tirage naturel et 33 % en mécanique. En tertiaire, 34 % des bâtiments ne possèdent aucune ventilation spécifique. Dans 1 % des cas, le renouvellement d'air est naturel. Ainsi, 65 % des aérations sont mécaniques avec la décomposition suivante : 10 % de type ponctuel, 13 % de VMC autoréglables, 9 % de VMC double flux et 33 % de Centrales de traitement d'air (CTA à fonction de chauffage et/ou de climatisation).

L'étude d'Air-H a également comporté une enquête de terrain visant à recenser et analyser les dysfonctionnements rencontrés. Les résultats sont livrés en pourcentage moyen. Ils cernent la fréquence relative des pathologies, mais aussi des défauts techniques qui peuvent en être à l'origine (voir graphiques à la page suivante). En logement, les courants d'air et la condensation ou les moisissures constituent les problèmes les plus présents. Les salissures et les nuisances

(2) L'étude est librement téléchargeable sur www.airh.asso.fr. Membres du comité de pilotage : Rémi Carrié (Cete Lyon), Jean-Pierre Coronado (Logement français), Jean-Jacques Fontaine (Opac 01), Gilles Lachaux (SICF), Jacques Laffont (Opac 01) et Bernard Mezerette (bureau d'études MG+).

Estimation de la composition du parc des ventilations en résidentiel

Source : étude Air-H (2007)

Système de ventilation

- Aucun dispositif spécifique
- Ventilation naturelle ponctuelle (pièce par pièce)
- Ventilation générale naturelle par conduit
- Ventilation générale naturelle assistée
- Ventilation mécanique ponctuelle ou répartie
- VMC simple flux sur conduit shunt (suite à rénovation)
- VMC simple flux autoréglable
- VMC simple flux hygroréglable
- VMC double flux

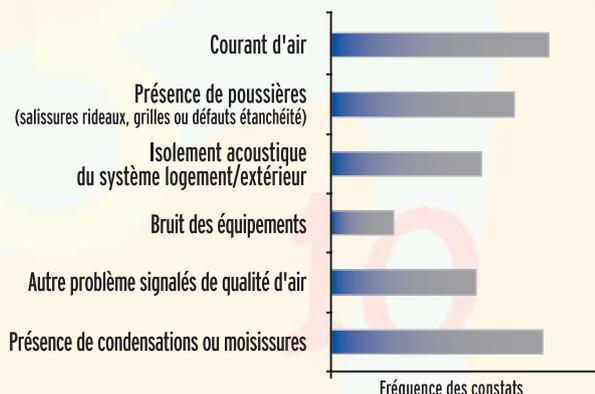
	Habitat collectif	Maison individuelle
Aucun dispositif spécifique	9 %	13,5 %
Ventilation naturelle ponctuelle (pièce par pièce)	34 %	35,5 %
Ventilation générale naturelle par conduit	16 %	21,5 %
Ventilation générale naturelle assistée	1 %	0,0 %
Ventilation mécanique ponctuelle ou répartie	0 %	1,0 %
VMC simple flux sur conduit shunt (suite à rénovation)	13 %	0,0 %
VMC simple flux autoréglable	22 %	22,5 %
VMC simple flux hygroréglable	5 %	5,0 %
VMC double flux	0 %	1,0 %



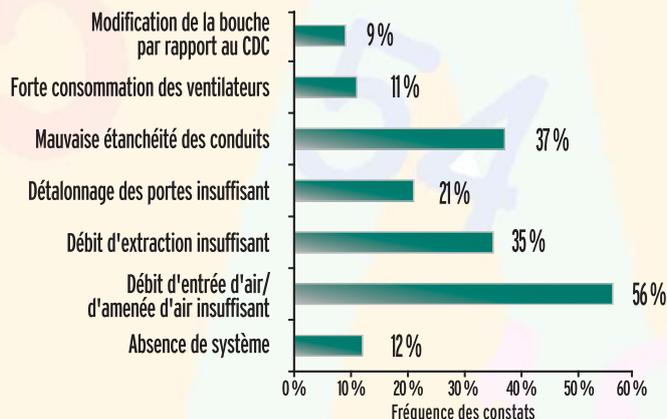
Mieux ventiler dans l'existant : méthodologie et diagnostic

Ventilation dans l'habitat

Types de dysfonctionnements rencontrés

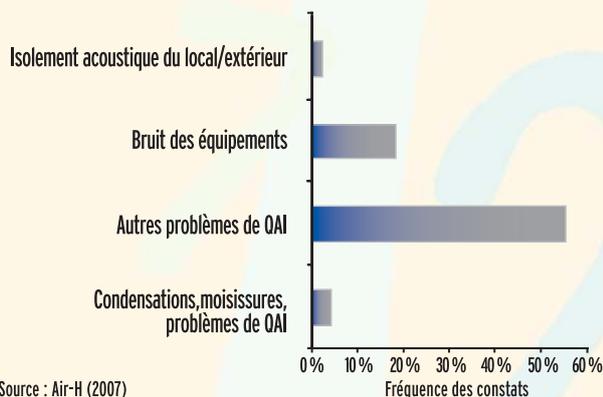


Origine des dysfonctionnements



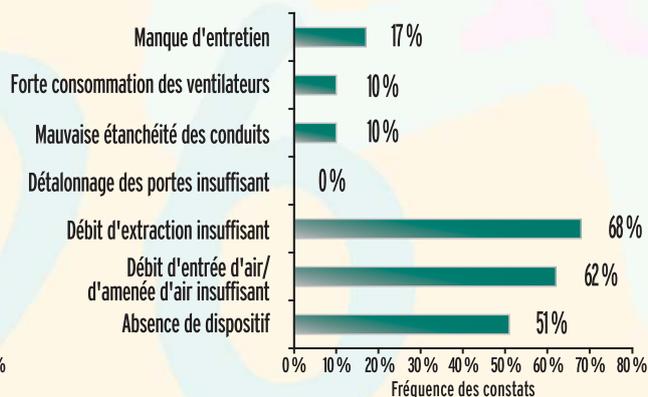
Ventilation dans le tertiaire

Types de dysfonctionnements rencontrés



Source : Air-H (2007)

Origine des dysfonctionnements



acoustiques arrivent en second. Sur un plan technique, les débits insuffisants et le manque d'étanchéité sont soulignés. En tertiaire, les constats font essentiellement apparaître des difficultés en matière de pollution de l'air intérieur et de bruit des équipements. Ces dégradations sont expliquées par les déficits techniques suivants : débits insuffisants et équipements inexistantes.

Proposition d'une stratégie d'analyse et de prescription

Le rapport de l'association Air-H souligne que la réhabilitation thermique d'un bâtiment ne peut se passer d'une étude de la ventilation. La rédaction du document a même été ponctuée par la publication par le Cetiat d'un guide pratique intitulé *Préconisations pour améliorer les performances des installations* (3). Objectif : fournir une aide aux diagnostiqueurs pour l'analyse des ventilations existantes (identification des évolutions nécessaires et pertinentes), dans le cadre

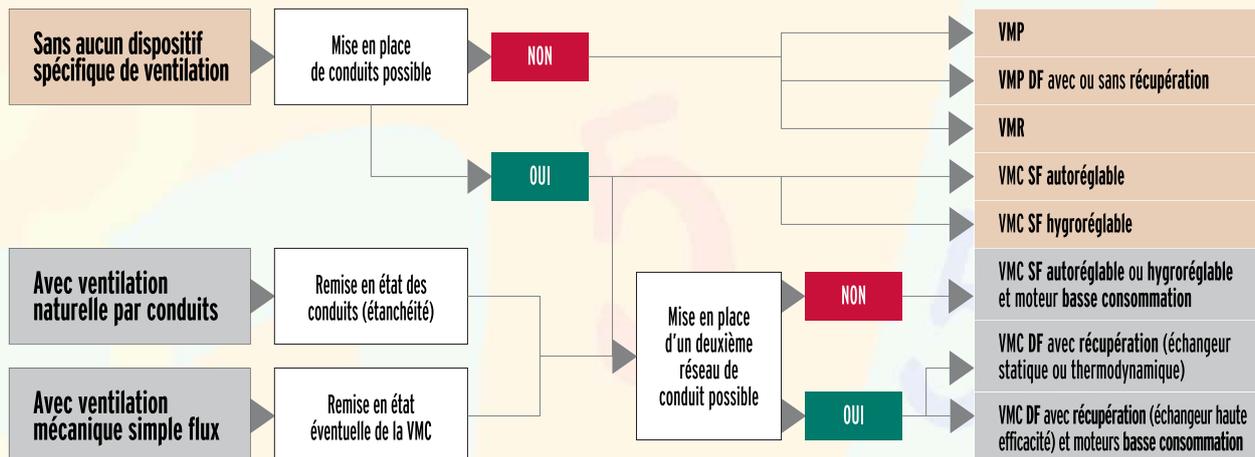
d'une mission de conseil auprès des maîtres d'ouvrage. Le guide donne des exemples de processus de décision pouvant s'appliquer à quatre types de bâtiments courants : maison individuelle, immeuble collectif, bâtiment de bureau et école. Pour chaque cas, la méthodologie fait d'abord appel à un logigramme : visualisation séquentielle et logique de l'arbre des choix possibles (voir schéma du haut ci-contre). Elle fournit ensuite un tableau comparatif de la liste des solutions répertoriées avec notation en terme de coût, de performances (consommation d'énergie, qualité d'air intérieur, confort thermique et acoustique), mais aussi de complexité technique sur les plans de la conception, réalisation et maintenance. Bien sûr, compte tenu de la variété des bâtiments et des situations rencontrées, le guide ne peut pas être exhaustif. Toutefois, des remarques complémentaires prennent en compte la diversité des hypothèses : présence ou non d'appareils fonctionnant au gaz, variations d'environnement comme l'exposition au vent ou au bruit...

Mieux ventiler dans l'existant : méthodologie et diagnostic



Outil d'aide à la décision pour améliorer la ventilation

Logigramme des choix possibles en maison individuelle



VMP : Ventilation mécanique ponctuelle DF : Double flux
VMR : Ventilation mécanique répartie SF : Simple flux

Exemples de solutions en maison individuelle

Situation de base : Pas de ventilation. Renouvellement d'air par infiltrations et ouverture des fenêtres.

Amélioration 1 : Ventilation mécanique ponctuelle - extracteurs dans les pièces techniques

ACTIONS

- ▶ Installations d'extracteurs dans les pièces techniques avec Marche/Arrêt automatique ou manuel.

IMPACTS

- ▶ Un minimum de renouvellement d'air peut être assuré lorsque l'usager le choisit.
- ▶ Suivant l'exposition de la maison, les débits extraits peuvent être fortement dépendants du vent.

AVIS

- ▶ Système qui ne traite que le besoin d'extraction en pièce technique et non le besoin de qualité d'air des pièces principales (séjour, chambres).
- ▶ Fonctionnement dépendant fortement du comportement de l'usager.

Amélioration 2 : Ventilation mécanique simple flux autoréglable

ACTIONS

- ▶ Mise à niveau de l'étanchéité de la maison (au minimum changement des fenêtres et vérification de l'étanchéité de la porte).
- ▶ Entrées d'air autoréglables sur menuiseries des fenêtres des pièces principales.
- ▶ Installation de bouches d'extraction dans les pièces techniques.
- ▶ Passage des conduits dans le logement - éventuellement conduits rénovation.
- ▶ Installation d'un groupe VMC en combles ou grenier.

IMPACTS

- ▶ Meilleure maîtrise du renouvellement d'air : maîtrise des déperditions énergétiques.
- ▶ Qualité d'air intérieur minimale assurée.

AVIS

- ▶ Meilleure maîtrise du renouvellement d'air.

Amélioration 3 : Ventilation mécanique simple flux hygroréglable

ACTIONS

- ▶ Mise à niveau de l'étanchéité de la maison (au minimum changement des fenêtres et vérification de l'étanchéité de la porte).
- ▶ Entrées d'air hygroréglables sur menuiseries des fenêtres des pièces principales.
- ▶ Installation de bouches hygroréglables.
- ▶ Passage des conduits dans le logement - éventuellement conduits rénovation.
- ▶ Installation d'un caisson d'extraction en combles ou grenier.

IMPACTS

- ▶ Maîtrise accrue du renouvellement de l'air : déperditions énergétiques réduites par rapport à la solution précédente.

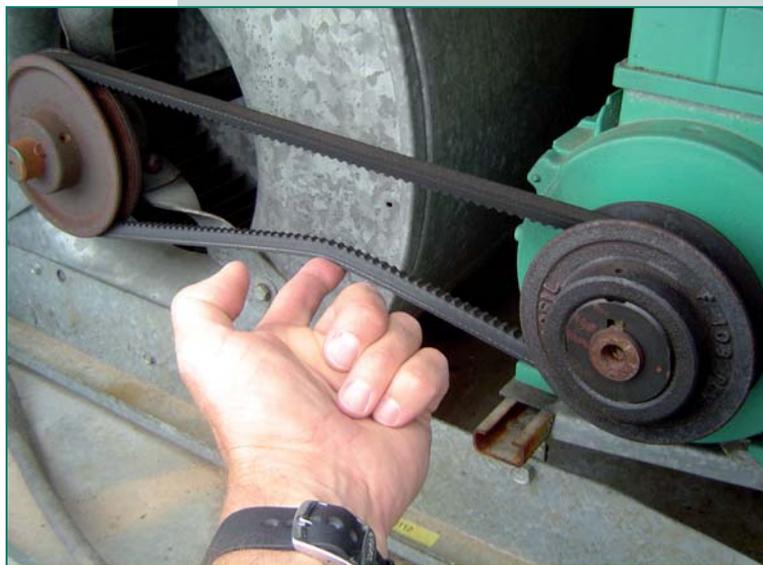
AVIS

- ▶ Adaptation du renouvellement d'air aux besoins.
- ▶ Réduction des consommations énergétiques par rapport au simple flux autoréglable.

Source : guide du Cetiati « Préconisations pour améliorer les performances des installations » (2007)



Mieux ventiler dans l'existant : méthodologie et diagnostic



Par ailleurs, un tableau donne des exemples de logiques d'améliorations avec une liste des actions à engager, impacts et avis général (voir tableau à la page précédente). Les situations de départ peuvent faire référence à des bâtiments très anciens sans système de ventilation ou des immeubles plus récents équipés d'une installation basique.

D'une manière plus générale, l'analyse des ventilations existantes conduit à trois niveaux d'intervention. Premier cas de figure : l'installation ne peut plus satisfaire aux besoins du bâtiment parce que celui-ci doit être restructuré, réaménagé ou réhabilité ; il faut alors soit l'adapter, soit la faire évoluer en profondeur. Deuxième configuration : la ventilation n'est pas conforme aux exigences réglementaires, elle doit alors être remise à niveau. Troisième et dernière hypothèse : l'installation répond aux règles mais peut être améliorée ; le diagnostiqueur est en mesure de proposer des techniques à la fois plus performantes et économes.

Vers un diagnostic « ventilation » ?

Le guide du Cetiati constate que « la vérification des installations de ventilation n'est pas toujours effectuée à la livraison et rarement programmée dans le temps ». Certes, elle apparaît – mais souvent trop tard – lors des expertises, en présence de désordres. Il ne faut donc surtout pas la négliger dans le cadre des réhabilitations. « Le contexte normatif et réglementaire imposera de plus en plus une vérification périodique et obligatoire », pronostiquent les deux rédacteurs du document, Anne Tissot du Cetiati et Pierre Barles de PBC. « Pour cela, nous pouvons notamment nous inspirer de la démarche de contrôle mise en place en Suède », explique ce dernier. D'ailleurs, deux normes traitant de l'inspection des systèmes de ventilation et de climatisation ont été publiées récemment : la NF EN 15239 (août 2007) et la NF EN 15240 (juillet 2007). ■

Alain Sartre

Photos PBC - Pierre Barles :

Les inspections ou diagnostics permettent de prévenir les défauts de ventilation : courroie de ventilateur détendue (photo de haut), mesure de dépression dans un conduit (photo de gauche) et mesure de la puissance électrique absorbée par un caisson de ventilation (photo de droite).

TROIS PROCÉDURES DE DIAGNOSTICS PROGRESSIVES ET COMPLÉMENTAIRES

« Trop souvent, on se préoccupe de ventilation uniquement lorsque des désordres apparaissent. Il vaudrait bien mieux adopter une démarche systématique », recommande Pierre Barles, du bureau d'études PBC. L'inspection des systèmes de ventilation et conditionnement d'air peut reposer sur la méthodologie prévue par les nouvelles normes européennes NF EN 15239 et NF EN 15240. Mais il est aussi possible de se référer au guide pratique Diagvent, intitulé *Diagnostic des installations de ventilation dans les bâtiments résidentiels et tertiaires*, publié par le Cetiati en 2005 avec la collaboration de l'Ademe et PBC.

Trois procédures ciblées sur la VMC y sont présentées :

- **Diagvent 1** : méthode de diagnostic simplifiée avec un examen visuel de l'installation, plutôt réservé à la réception des installations neuves ;
- **Diagvent 2** : examen plus approfondi intégrant, en plus de

l'examen visuel, des relevés de performances (débit, pression, consommation électrique) et une analyse des résultats pour un conseil d'amélioration éventuelle ;

- **Diagvent 3** : étude spécifique intervenant plutôt à la suite d'un constat de dysfonctionnement révélé soit par un diagnostic de type Diagvent 1 ou 2, soit par une plainte des occupants. Ce type de diagnostic peut nécessiter une analyse approfondie des systèmes et l'utilisation d'un matériel de mesure complexe. Ce guide est conçu comme un outil pratique à la disposition des bureaux d'études et de contrôles, des experts, des services techniques, des installateurs et sociétés de maintenance. Comme cela est souligné par les rédacteurs, Pierre-Jean Vialle du Cetiati et Pierre Barles de PBC, « il veut traduire une pratique de terrain, issue de l'expérience suédoise qui a été appliquée sur différents cas en France, et d'investigations menées sur des dizaines d'installations de ventilation dans le résidentiel et le tertiaire. »