



*Evolution des systèmes
et techniques récentes*

Ventilation des logements

par Dominique Bienfait,
Chef de la Division Ventilation
et Qualité de l'air au CSTB

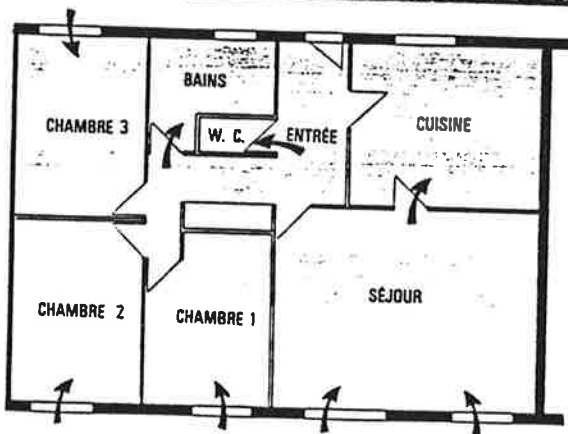
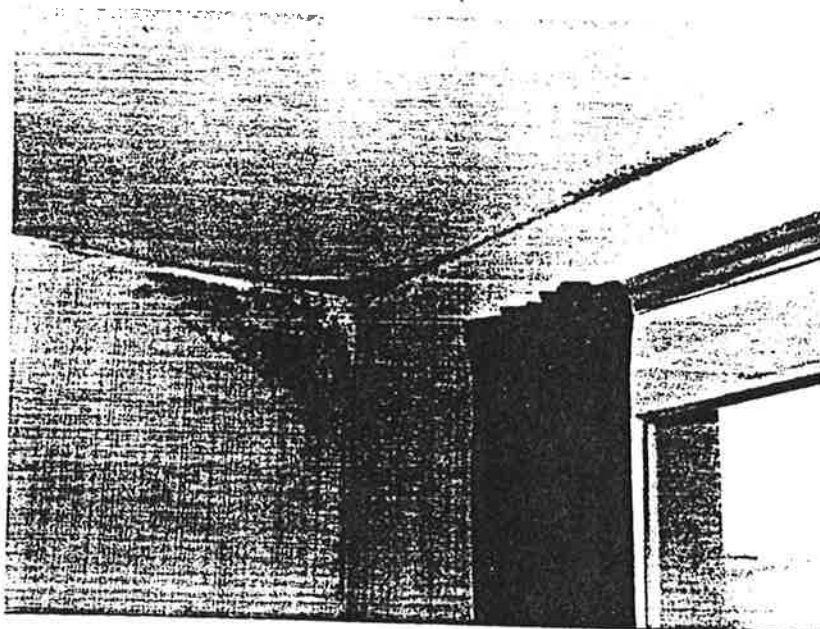


Figure 1 : Développement de moisissures dans un logement neuf :

La condensation de l'humidité de l'air intérieur peut entraîner d'importants désordres (développement de moisissures). Ces désordres qui sont le plus souvent constatés dans les logements équipés d'installation de ventilation naturelle résultent en général de la conjonction de plusieurs circonstances :

- chauffage insuffisant de certaines pièces
- défauts d'isolation thermique des logements (les condensations se manifestent préférentiellement au droit des ponts thermiques de la façade)
- renouvellement d'air insuffisant
- excès d'occupation des locaux (un individu au repos exhale près d'un kg de vapeur d'eau par période de 24 h).

Figure 2 : Principe de la ventilation générale et permanente :

L'air neuf pénètre dans le logement par des entrées d'air situées uniquement dans les pièces principales ; il est évacué par des bouches d'extraction situées dans les pièces de service (cuisine, salle d'eau et WC).

Des exigences fonctionnelles

La ventilation des logements a pour objet d'assurer deux fonctions essentielles :

- contribuer à l'hygiène de vie des occupants en évacuant dans chaque pièce les polluants de l'air : odeurs, humidité, produits de combustion (appareils à gaz) ;
- préserver le bâti en évitant les désordres dus à une aération insuffisante (condensations et développement de moisissures - fig. 1).

Dans le passé, ces fonctions étaient assurées naturellement par des moyens simples (ouverture des fenêtres et/ou renouvellement d'air induit par le fonctionnement des conduits de fumée de chaque logement). Cependant, l'évolution architecturale (cabinets d'aisance et salles d'eau souvent en pièces aveugles ; disparition des conduits de fumée, ...) jointe aux nouvelles exigences de confort (prévention des courants d'air froid, protection phonique contre les bruits de l'extérieur, ...) et enfin aux préoccupations récentes en matière de maîtrise de l'énergie font que ces moyens ne suffisent plus.

Des systèmes spécifiques par utilisation de conduits verticaux ont alors, que ce soit en ventilation naturelle ou en ventilation mécanique, été développés. Ces systèmes répondant au principe dit de la ventilation générale et permanente (fig. 2) doivent satisfaire certaines exigences :

- maîtriser les déperditions par renouvellement d'air, et ce, quelles que soient les perturbations dues au vent ou au tirage thermique ; la solution idéale consiste à ajuster au mieux le renouvellement d'air de chaque pièce aux besoins de ventilation, ce qui exige une bonne maîtrise des débits d'air neuf dans chaque pièce ; pour cela, il est nécessaire, à la fois d'utiliser des entrées d'air de caractéristiques bien spécifiées (on utilise généralement (fig. 3) des entrées d'air autoréglables) mais également de réduire autant que faire se peut les défauts d'étanchéité de la construction qui, étant par nature incontrôlables, peuvent (fig. 4 et 5) perturber gravement le renouvellement d'air ;
- satisfaire les exigences acoustiques (en zone de bruit, les entrées d'air doivent présenter un bon isolement phonique ; le bruit propre des composants de ventilation, ainsi que la transmission phonique entre deux appartements reliés au même conduit doivent être limités) ;

- éviter, en habitat collectif, le re-foulement d'air vicié ou, en cas d'incendie, de fumées d'un logement vers un autre via le réseau de ventilation ;
- prévenir, par un bon choix des entrées d'air et de leur implantation, la gêne due aux courants d'air froid ;
- assurer les débits d'air requis tout en évitant la dérive des performances au cours du temps ; il est en particulier nécessaire que les bouches d'extraction soient facilement démontables en vue de leur nettoyage ;
- prévenir les désordres dus dans certains cas aux condensations dans les conduits d'extraction ;
- assurer la sécurité gaz, même en cas d'arrêt accidentel de l'extracteur ;
- limiter la dépression dans le logement à une valeur maximale de l'ordre de 10 ou 20 pascals de façon à éviter les sifflements d'air ou les difficultés de tirage thermique des cheminées d'agrément.

Cinquante ans d'évolution

En France, les techniques de ventilation sont étroitement liées à la réglementation. Ce sont donc les dates des réglementations successives qui jalonnent les différentes techniques :

- jusqu'en 1937 : aucun système spécifique n'est employé,
- entre 1937 et 1958 : le règlement sanitaire de la ville de Paris exige des entrées d'air permanentes en façade,
- entre 1958 et 1969 : le principe de ventilation est celui dit « par pièces séparées » : les pièces de service, sauf les cabinets d'aisance ou salles d'eau munis d'un ouvrant, doivent être équipées d'une amenée d'air et d'une ventilation haute par conduit ou orifice. En immeuble collectif, les conduits de ventilation sont généralement du type shunt (fig. 6),
- entre 1969 et 1982 : l'arrêté du 22 octobre 1969 rend obligatoire, au moins pour la zone H1 (région parisienne, est et nord de la France) le principe de la ventilation générale et permanente : l'extraction de l'air s'opère dans les pièces de service soit par tirage naturel soit par ventilation mécanique (VMC),
- depuis 1982 : l'arrêté du 24 mars 1982 modifié en 1983, apporte un certain nombre de modifications à l'arrêté de 1969, dont la principale porte sur la possibilité de moduler les débits. Cette réglementation a favorisé l'émergence de nouveaux produits (systèmes à double débit, bouches hydrorégulables, bouches thermomodulantes, bouches avec minuterie) propres à réaliser un bon compromis entre la qualité de l'air intérieur et les déperditions par renouvellement d'air.

Figure 3 : Entrées d'air autoréglables :

La courbe ci-dessus représente à titre d'exemple le débit traversant une entrée d'air autoréglable en fonction de la différence de pression de part et d'autre de cette entrée d'air.

Le principal intérêt de ce type d'entrées d'air est de limiter les débits d'air par vent fort (des pressions de vent de l'ordre de 50 Pa à 100 Pa sont en effet assez couramment observées) : l'emploi d'entrées d'air fixes aurait conduit pour ces pressions, à des débits beaucoup plus élevés, avec le risque de voir les occupants, gênés par les courants d'air, obturer définitivement les bouches.

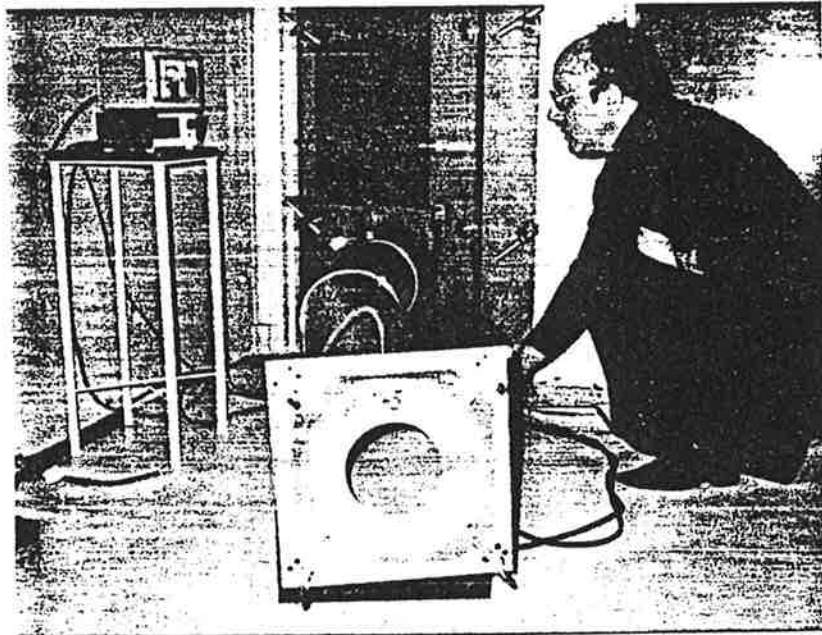
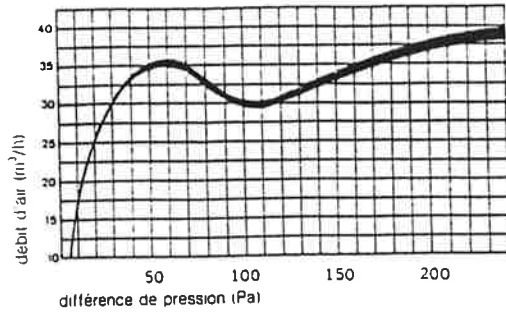


Figure 4 : Mesure in situ des défauts d'étanchéité d'un pavillon :

La technique utilisée consiste, après avoir obturé hermétiquement tous les passages d'air liés au système de ventilation (entrées d'air et bouches d'extraction), à placer artificiellement le logement en dépression et à mesurer le débit de fuite : de nombreuses mesures effectuées par le CSTB ont permis de mettre en évidence l'importance des défauts d'étanchéité qui sont (figure 5) de nature à perturber le fonctionnement du système de ventilation. L'importance de ces défauts, très variable d'un logement à l'autre, dépend du type de construction : les défauts sont en général faibles, voire dans certains cas pratiquement nuis, dans les immeubles collectifs à paroi lourde. En revanche, les débits d'air passant à travers les défauts d'étanchéité peuvent, en maison individuelle, être du même ordre de grandeur que ceux passant à travers les entrées d'air spécifiques ; ceci se traduit par une augmentation pouvant atteindre 30 % des consommations d'énergie liées au renouvellement d'air.

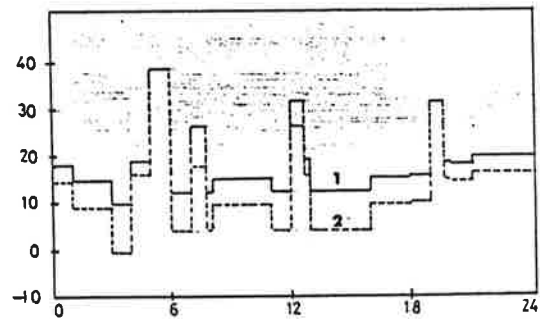


Figure 5 : Incidence des défauts d'étanchéité sur la qualité du renouvellement d'air :

Les courbes ci-dessus sont des résultats de calcul basés sur des vitesses du vent réelles (journée de décembre à Paris) : elles représentent au fil du temps, le renouvellement d'air dans la chambre principale d'un pavillon équipé d'un système de ventilation mécanique courant, dans deux cas : courbe 1 : l'étanchéité à l'air de la paroi séparant la cuisine de l'extérieur est parfaite, courbe 2 : cette étanchéité, en raison de défauts de construction est médiocre (débit de fuite de 20 m³/h pour une différence de pression de 1 Pa). On observe que l'augmentation des défauts d'étanchéité en cuisine conduit à une dégradation importante du renouvellement d'air de la chambre. Ce résultat, corroboré par des constatations expérimentales (les condensations sont souvent observées dans des logements présentant d'importants défauts d'étanchéité, par exemple localisés au niveau de la porte palière), milite contrairement à une opinion trop répandue en faveur d'une amélioration de l'étanchéité à l'air des logements.

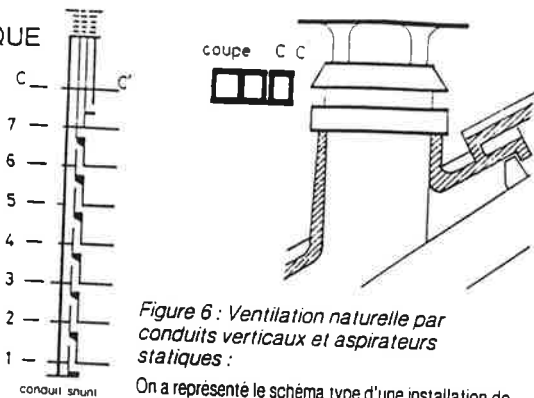
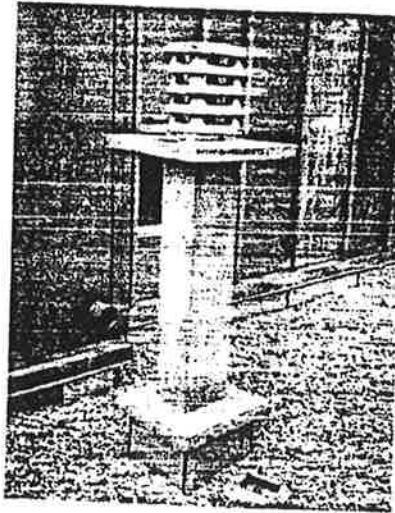


Figure 6 : Ventilation naturelle par conduits verticaux et aspirateurs statiques :

On a représenté le schéma type d'une installation de ventilation naturelle en immeuble collectif (conduits de type shunt). Les aspirateurs statiques sont principalement destinés à éliminer le risque de refoulement d'air par vent plongeant. Il en existe de nombreux modèles plus ou moins élaborés.



Ventilation naturelle avec contrôle des débits d'extraction

Ces systèmes, encore peu développés, pourraient permettre, par l'utilisation de clapets régulateurs de débit ou de bouches d'extraction hygro-régulables (c'est-à-dire à ouverture sensible à l'humidité), de réaliser une meilleure adéquation entre les besoins de ventilation et le renouvellement d'air. Ils sont plus particulièrement destinés aux opérations de réhabilitation.

Ventilation mécanique

La ventilation mécanique permet, contrairement à la ventilation naturelle, d'assurer une assez bonne indépendance des débits extraits vis-à-vis des conditions extérieures de température et de vent. En contrepartie, elle se heurte à un certain nombre de difficultés :

- la qualité de la mise en œuvre et de la maintenance des équipements est un problème trop souvent éludé (fig. 7 et 8) ;
- l'adéquation entre la plage de fonctionnement des bouches d'extraction et la valeur de la dépression dans le réseau n'est pas toujours correctement assurée, ce qui pose des problèmes aérauliques mais aussi acoustiques (bruit propre, interphonie) ;
- problèmes sociologiques : rejet du système par certains occupants ;
- compatibilité difficile avec les cheminées d'agrément.

Entrées d'air pariétodynamiques

Les entrées d'air pariétodynamiques peuvent être associées à une ventilation naturelle ou mécanique : l'air neuf chemine à l'intérieur d'un mur ou d'un double vitrage, parallèlement aux parois, ce qui conduit à une récupération de chaleur et à une augmentation du confort (l'air neuf pénétrant à une température supérieure à la température extérieure, le risque de gêne due aux courants d'air est moindre).

Systèmes asservis/ventilation hygro-régulable

Ces systèmes, apparus dans le contexte de la réglementation de 1982, visent à adapter à tout instant le renouvellement d'air aux besoins. On distingue ainsi :

- les bouches d'extraction thermo-modulantes employées lorsque des appareils à gaz sont raccordés au réseau de VMC : ces bouches dont l'ouverture est plus importante lorsque l'appareil à gaz fonctionne, permettent d'asservir le débit d'extraction au fonctionnement de l'appareil ;
- les bouches dont l'ouverture est asservie à la mesure d'un indicateur de qualité de l'air (mesure de CO₂,...) : ces systèmes, qui posent des difficultés technologiques, font l'objet d'études en France, à l'étranger ;

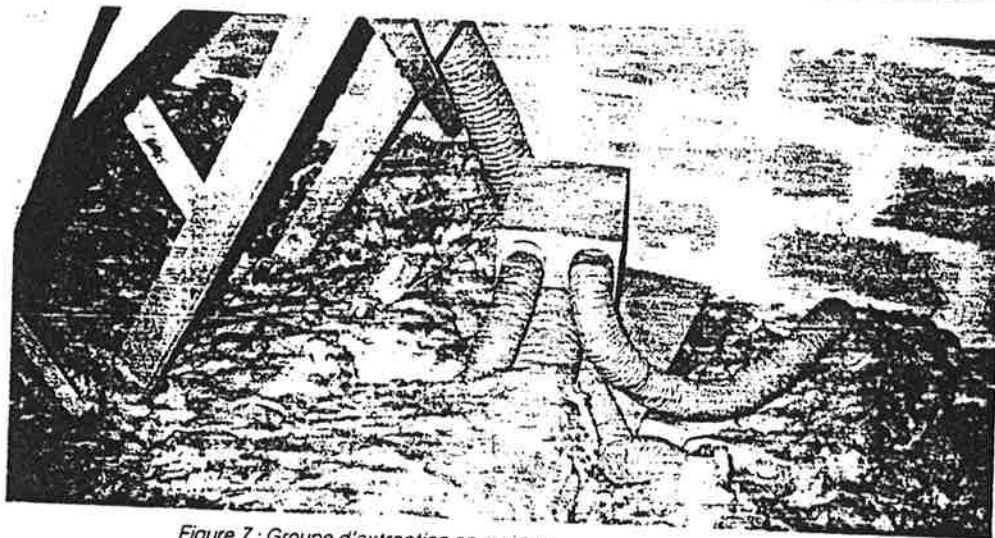


Figure 7 : Groupe d'extraction en maison individuelle :

Les groupes sont souvent disposés dans des combles d'accès plus ou moins aisé, ce qui rend leur entretien problématique.

Des systèmes caractérisés

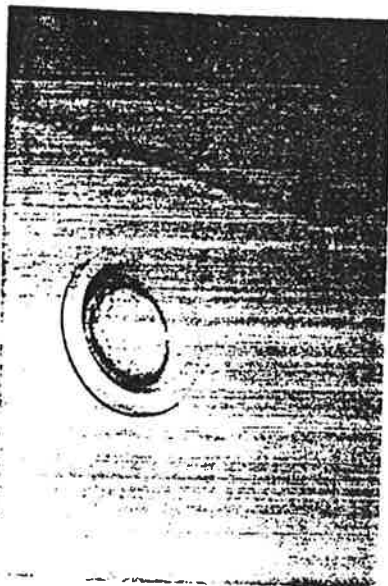
Ventilation naturelle par conduit

La ventilation naturelle, surtout en maison individuelle, est moins onéreuse que la VMC et pose moins de problèmes de maintenance, toutefois :

- le grand débit d'extraction fixé par la réglementation de 1982 est parfois difficile à obtenir ;
- les entrées d'air doivent être plus largement dimensionnées qu'en VMC, ce qui entraîne une augmentation des déperditions (débit transversal) en cas de vent et rend plus difficile l'emploi de ce type de ventilation en zone de bruit ;
- en immeuble collectif, les problèmes de transmission phonique, de refoulement ou d'incendie nécessitent des dispositions appropriées (utilisation d'aspirateurs statiques et de conduits shunt - fig. 6) ;
- le renouvellement d'air est plus important durant les périodes ventées ou froides, ce qui tend à augmenter inutilement les déperditions par renouvellement d'air. Inversement, on assiste parfois à des désordres dus aux condensations lorsque le débit extrait est insuffisant.

Figure 8 : Exemple de bouche d'extraction encrassée :

Lorsque la bouche n'est pas entretenue, l'encrassement peut être total.



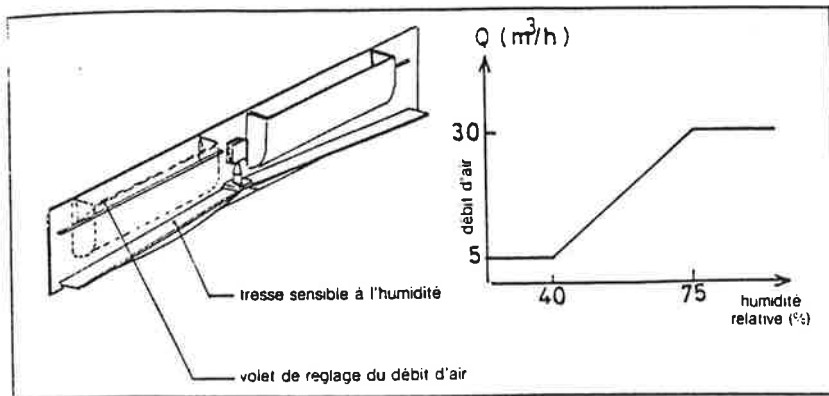


Figure 9 : Entrée d'air hygroréglable - schéma de principe (doc. Serva) :

Une tresse, sensible à l'humidité de l'air intérieur, commande par un système amplificateur l'ouverture des volets de réglage.

La courbe donne le débit d'air en fonction de l'humidité relative lorsque la différence de pression est de 10 Pa.

— les bouches d'extraction hygroréglables : l'ouverture des bouches est commandée à partir d'une mesure de l'humidité relative de l'air intérieur du logement, ce qui permet d'ajuster le renouvellement d'air de façon à ce que l'humidité relative reste assez proche d'une valeur de consigne. Ce procédé conduit à un bon compromis entre la réduction des déperditions par renouvellement d'air et la prévention des désordres dus aux condensations. Cependant, comme les capteurs d'humidité, situés à proximité des bouches d'extraction, ne se trouvent que dans les pièces de service, les débits extraits, et donc les débits d'air neuf dans les pièces principales, ne sont pas directement fonction de l'humidité qui y règne : les risques de condensation peuvent alors, pour une pièce principale à forte occupation, être assez élevés ; de même le renouvellement d'air peut y être insuffisant.

Une amélioration consiste à compléter le système d'extraction hygroréglable par des entrées d'air hygroréglables (fig. 9), lesquelles conduisent à une certaine amélioration du renouvellement d'air du point de vue de la prévention du risque de condensations dans ces pièces.

Les systèmes hygroréglables sont à présent largement utilisés du fait de l'amélioration substantielle des déperditions par renouvellement d'air à laquelle ils conduisent.

Dans les réalisations actuelles, ils sont systématiquement associés à une commande manuelle avec minuterie 30 mn sur la bouche d'extraction dans les cabinets d'aisance. Cette minuterie permet de réduire le temps de fonctionnement de la bouche WC à quelques heures par jour, contribuant ainsi à l'amélioration du bilan énergétique du logement : les calculs menés sur ces systèmes (extraction hygroréglable + minuterie en WC) montrent que, par rapport à un système de ventilation mécanique cou-

rant, la réduction du coefficient de déperditions volumiques (coefficient G) est de l'ordre de $0,06 \text{ W/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$ (un peu plus lorsque l'installation comporte en sus des entrées d'air hygroréglables) ; ce qui, en région parisienne, correspond à une réduction des besoins en énergie de l'ordre de 900 kWh/an .

Ce résultat doit cependant être tempéré par la remarque que la réduction des besoins en énergie inclut l'effet de la minuterie équipant les bouches d'extraction des cabinets d'aisance : cette réduction ne peut être imputée en totalité au système hygroréglable proprement dit.

Par ailleurs des incertitudes liées au dispositif de mesure de l'humidité (risque d'encrassement ou de dérive des caractéristiques) pèsent encore sur la fiabilité de ces systèmes qui sont actuellement soumis à la procédure d'Avis Technique animée par le CSTB : des opérations de suivi expérimental d'installations hygroréglables couvrant l'ensemble des matériels actuellement commercialisés ont été engagées et devraient permettre, dans un délai de quelques mois, de lever les incertitudes actuelles.

Autres procédés

Systèmes double-flux

Ces systèmes associent à l'extraction mécanique une entrée d'air mécanique. Ils permettent, par interposition d'un échangeur ou d'une pompe à chaleur, une récupération d'énergie sur l'air extrait et, du fait de l'absence d'entrée d'air, assurent en zone de bruit un meilleur confort acoustique.

Cependant, en raison de la quasi-absence de dépression à l'intérieur du logement, ils tendent à augmenter la ventilation transversale due au vent et nécessitent donc une étanchéité soignée du bâti.

Ventilation mixte

Le principe consiste à utiliser un extracteur individuel installé à la place de la bouche d'extraction et débouchant sur un conduit vertical qui, par tirage naturel, assure en l'absence de fonctionnement de l'extracteur, le débit minimal requis par la réglementation.

Ce principe, encore en développement, pourrait permettre, tout en res-

tant d'une conception et d'une maintenance simple, d'obtenir, plus aisément qu'en ventilation naturelle, les débits de pointe requis par la réglementation.

Aération mécanique par pièces séparées

Ce procédé fait appel à des aérateurs mécaniques. Il n'est guère utilisé que dans les immeubles existants (fig. 10).

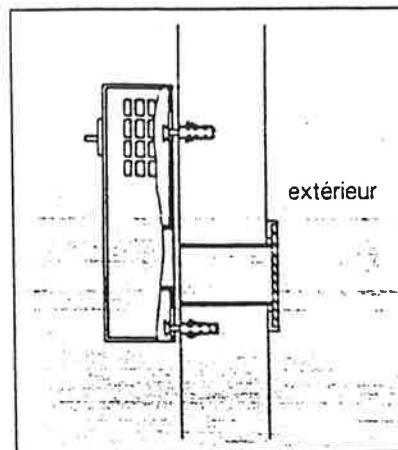


Figure 10 : Aérateur individuel :

Ces appareils, peu répandus en France, adossés à la paroi intérieure d'un mur de façade, insufflent dans la pièce l'air neuf en provenance de l'extérieur. Certains modèles, plus perfectionnés peuvent être équipés d'un récupérateur de chaleur sur l'air vicié qui est alors rejeté à l'extérieur.

L'énergie n'est pas le seul facteur

Les principes de ventilation dans l'habitat sont, on l'a vu, variés, et probablement, de nouveaux systèmes vont-ils encore apparaître dans les années à venir.

Un moteur important des innovations est le souci, dans le cadre de la réglementation thermique, de concevoir des systèmes qui, selon les méthodes de calcul en vigueur, puissent conduire à des réductions importantes des consommations d'énergie.

Les concepteurs sont ainsi souvent amenés, notamment lors du dimensionnement des installations, à privilégier l'approche énergétique en ne portant pas toujours autant d'attention qu'il serait nécessaire à la qualité de réalisation des installations ainsi qu'à leur aptitude à l'emploi (qualité du renouvellement d'air, prévention des condensations, ...).

Il est à souhaiter que l'évolution des systèmes de ventilation puisse se faire en intégrant davantage ces préoccupations : les textes normatifs et para-normatifs actuellement en préparation (codification des règles de l'art, procédures de qualification des composants, ...) devraient y contribuer. ■