



A259

SOLUTIONS POUR AMÉLIORER LA VENTILATION

MÉCANIQUE DANS LES LOGEMENTS NEUFS

Par un groupe de travail CEGIBAT*

La ventilation mécanique se généralise mais le produit et sa mise en œuvre peuvent encore être améliorés, c'est l'objet de cette étude qui présente en première partie les améliorations possibles du matériel existant et leurs évolutions futures. La ventilation mécanique est d'autant plus efficace que le logement est plus étanche

à l'air. L'origine des fuites d'air et le moyen de les traiter sont abordés dans la deuxième partie.

La dernière partie résume les conséquences thermiques de ces améliorations en utilisant le programme « CLIM » de simulation thermique d'un logement équipé de ventilation mécanique.

1 Améliorations techniques et évolutions des équipements de ventilation

1.1 RÉPONSES AUX PROBLÈMES SOULEVÉS PAR L'ENQUÊTE DU CSTB, RELATIFS AUX INSTALLATIONS DE VMC

Les enquêtes effectuées par le CSTB, relatives au fonctionnement des installations de VMC existantes, l'ont été durant les années 1980 à 1982.

La plupart des défauts de fonctionnement

constatés sur ces installations étaient déjà connus des constructeurs de matériels qui s'efforçaient de les résoudre, ce qui permet d'affirmer aujourd'hui, que certains de ces problèmes sont résolus ou en passe de l'être; mais d'autres, tels que le manque d'information des usagers et l'entretien des installations, ne relèvent pas des seuls constructeurs et ne peuvent donc pas être résolus par eux seuls. L'enquête du CSTB a néanmoins eu le mérite de confirmer ou de modifier ce que les constructeurs croyaient savoir du comportement des usagers, et de leurs réactions devant un système un peu nouveau pour la plupart, et pour lequel ils n'ont, en général, reçu aucune information préalable.

1.1.1 Solutions aux défauts constatés sur les installations de VMC en maison individuelle

● Défauts inhérents aux entrées d'air

La difficulté de nettoyage des entrées d'air conduit à dire que tout ce qui est susceptible

de s'encrasser, et en particulier la moustiquaire, doit être solidaire de la partie démontable de l'entrée d'air, et situé côté logement, ce qui est généralement le cas, mais encore que cette partie doit être facilement démontable par l'utilisateur, sans outil, ce qui ne l'est pas actuellement; le Syndicat de l'Aérialique fera des propositions en ce sens aux différents constructeurs; la figure 1 présente une solution possible. A noter qu'un constructeur considère qu'il serait plus simple de ne pas poser de moustiquaire, laquelle n'est pas réellement nécessaire, et il n'en propose pas.

● Défauts inhérents aux bouches d'extraction

▷ Déréglaage: la plupart des bouches utilisées en maison individuelle sont à débit

* Cette étude a été réalisée par un groupe de travail du CEGIBAT comprenant MM. ABRAHAM, Ingénieur au CSTB, KILBERGER, Ingénieur au CETE de LYON, NICOLAS, Ingénieur à EDF RENARDIERES, ROUSSEL, Syndicat de l'Aérialique, DE SOUZA Ingénieur au CSTB. Elle a été présentée lors du dernier colloque sur le chauffage électrique organisé par le Comité Français de l'Electricité les 6 et 7 décembre 1984 à Versailles.



Solutions pour améliorer la V.M.C.

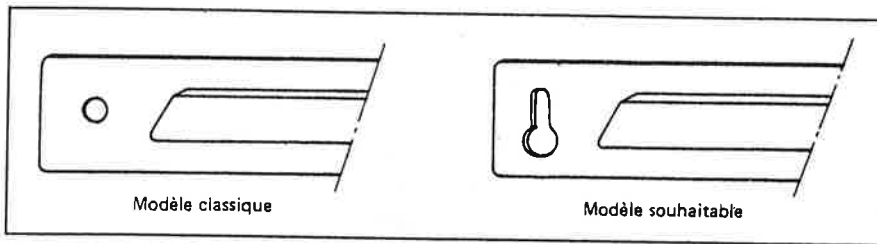


Figure 1. Rendre l'entrée d'air plus facilement démontable

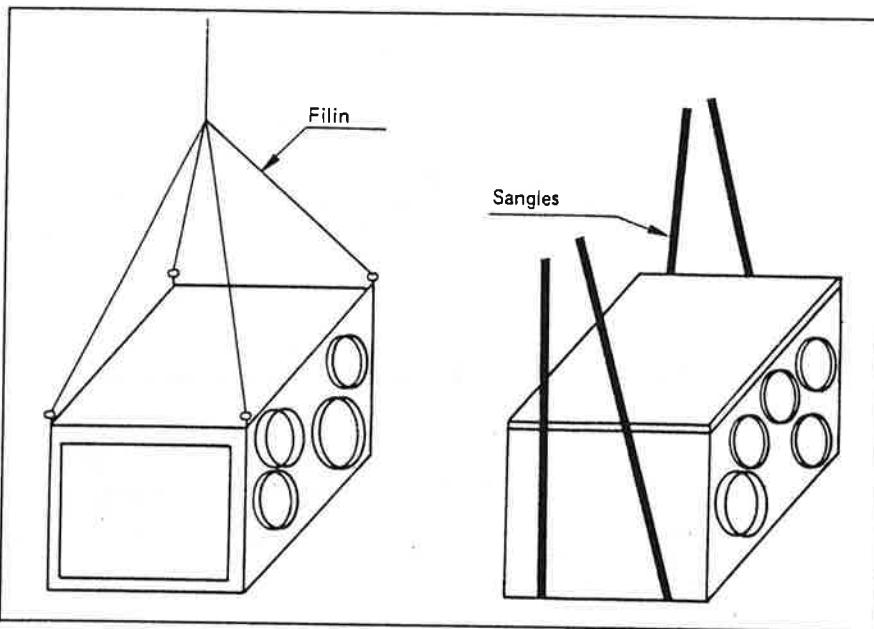


Figure 2. Suspension du ventilateur en maison individuelle

unique, la modulation des débits étant le plus souvent obtenue par changement de vitesse du ventilateur accompagnée d'un « transfert de débit » donnant une priorité de débit élevé pour la cuisine. Lorsqu'elles sont à deux débits, elles sont dans la plupart des cas aujourd'hui réglées en usine pour le couple de débits prévus, et indé réglables par l'utilisateur; il est néanmoins évident qu'elles ne peuvent pas être totalement indé réglables, dans la mesure où il n'est pas possible d'empêcher les interventions intempestives de l'utilisateur, mais ce problème n'est pas propre à la VMC.

- ▷ Mauvais emplacement: ce problème ne peut naturellement pas être résolu par les constructeurs de matériel. Architectes, Bureaux d'études et Ingénieurs Conseils, devront se pencher sur ce point.
- ▷ Encrassement: les filtres peuvent être une solution à condition que l'utilisateur soit incité à les nettoyer suffisamment souvent; une solution possible est de les prévoir de couleur claire, de façon que les salissures se voient, alors qu'actuellement, au contraire, ils sont de couleur foncée précisément pour éviter qu'elles ne se voient.

Les bouches à fortes pertes de charge ne sont généralement pas munies de filtres, la perte de charge d'un filtre encrassé risquant de modifier de façon trop importante leur débit; mais dans ce cas, l'élévation importante du niveau sonore qui résulte de l'encrassement devrait inciter l'utilisateur à les nettoyer. Par ailleurs, cet encrassement se voit. Il reste néanmoins que certains constructeurs devraient faire un effort pour rendre leur matériel plus facilement démontable, et surtout plus facile à remonter.

- ▷ Difficulté de se procurer des bouches en remplacement des bouches usagées: ce problème rejoint celui de l'information de l'utilisateur en général; le seul remède serait la remise à l'utilisateur, par le maître d'ouvrage, d'un petit livret sur l'ensemble des équipements de son logement comme une première tentative a été lancée par l'ITNC il y a quelques années.
- ▷ Difficulté de commande des bouches à deux débits: ce type de bouche est peu utilisé en maison individuelle comme il a été dit. Néanmoins, lorsqu'elles sont à deux débits, la difficulté de commande provient parfois de l'encrassement, et on

est ramené au cas précédent, mais dans bien des cas elle est due à la pose d'éléments de cuisine interdisant l'accès au cordon de commande. Ce dernier point ne pourra être résolu que par un dispositif de commande électrique, ou par un automatisme complet à partir de l'humidité ne nécessitant plus d'intervention de l'utilisateur à condition que le temps de réponse soit suffisamment court, ce qui peut être le cas avec les systèmes hygro réglables.

● Défauts inhérents au groupe d'extraction en maison individuelle

- ▷ Bruit provenant du groupe: il semble que ce soit le défaut majeur en maison individuelle. Le bruit provient généralement des transmissions par voie solide, c'est-à-dire des conditions d'installation; or, il est facile de résoudre ce problème en suspendant le groupe (figure 2) solution simple, peu coûteuse, et efficace préconisée par la plupart des constructeurs aujourd'hui. Il peut aussi être bruyant par défaut d'entretien (déséquilibre de la roue); or, malheureusement il est trop souvent placé dans un endroit peu, ou pas accessible.

Pour tenter de résoudre ces deux problèmes, le Syndicat de l'Aérodynamique envisage d'intervenir dans trois directions:

- auprès des constructeurs pour leur demander d'insister dans leur documentation commerciale sur l'importance des conditions d'installation du groupe, avec schémas à l'appui, et sur les conditions de son entretien,
- de faire une information auprès des poseurs par le biais de leurs organisations professionnelles,
- de faire une information semblable auprès des constructeurs de maisons individuelles, et des organismes d'Architectes, Bureaux d'Études et Ingénieurs Conseils.

- ▷ Commande Marche/Arrêt et deux vitesses: les différents matériels existants sur le marché fonctionnent suivant des principes différents quant au régime dit « accéléré »; il est par suite difficile de répondre globalement aux problèmes rencontrés. Il faut cependant noter que la fréquence d'arrêt du groupe, constatée par le CSTB, résulte de deux motivations:

- 1) Notion d'économie d'énergie: le jugement du particulier est avant tout qualitatif et non quantitatif.
- 2) Le bruit: il est la conséquence des différents défauts déjà signalés et disparaîtra avec leurs corrections.

Solutions pour améliorer la V.M.C.

Les défauts de comportement de l'utilisateur ne peuvent être évités que de trois façons :

- en rendant la commutation entièrement automatique, à partir du taux d'humidité, par exemple,
- en supprimant la position arrêt sur le commutateur permettant de changer la vitesse,
- en informant l'utilisateur.

● Débits insuffisants

Ils peuvent naturellement résulter de matériels défectueux, mais le plus souvent ils sont la conséquence de :

- ▷ Conduits de mauvaise qualité, trop souples : pour remédier à ce défaut fréquent et important, un travail important de normalisation a été entrepris : normalisation des ensembles pour maison individuelle, normalisation des conduits et des groupes pour maison individuelle.
- ▷ Conduits mal posés ; ce problème serait atténué si les conduits étaient de meilleure qualité (point précédent) ; mais il est possible d'en atténuer les effets en prenant certaines précautions pour que les conduits ne fassent pas d'angles à trop court rayon, et soient tendus (**figure 3**).

1.1.2 Solutions aux défauts constatés sur les installations de VMC collectives

● Défauts inhérents aux entrées d'air et aux bouches d'extraction

Les problèmes rencontrés et les solutions proposées sont sensiblement les mêmes qu'en maison individuelle. Toutefois, le problème de l'emplacement de la bouche en cuisine est plus souvent rencontré et plus difficile à résoudre par l'Architecte.

● Défauts inhérents à la partie collective de l'installation

Le problème particulier à l'habitat collectif est le dimensionnement du réseau et le choix du matériel, du groupe d'extraction en particulier dont les caractéristiques ne peuvent pas être indépendantes du choix des bouches par exemple. Deux éléments nouveaux devraient contribuer à améliorer la qualité des installations outre le fait que les bouches n'ont plus à être réglées sur chantier :

- Arrêté aération de mars 1982 : en permettant une modulation importante des débits, rendue en pratique obligatoire par l'arrêté thermique, et les règles THG, il conduit nécessairement à un dimensionnement plus large des réseaux et devrait supprimer pour une bonne part les problèmes résultant de

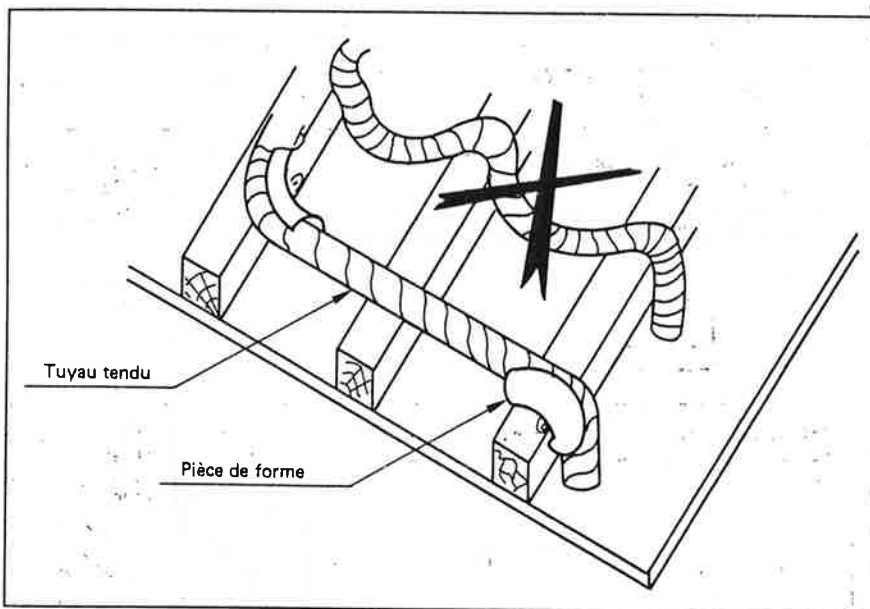


Figure 3. Si le conduit souple est de mauvaise qualité, il faut pouvoir le tendre.

règles de calcul trop simplifiées pouvant conduire, dans le passé, à des pertes de charge abusives.

— Normes d'essais des composants d'une installation de VMC : elles devraient faciliter le choix des matériels et en particulier du ventilateur, en fournissant des caractéristiques crédibles et comparables d'un constructeur à l'autre.

1.1.3 Problèmes communs aux deux types d'habitat

Deux problèmes sont communs aux deux types d'habitat : la difficulté d'information de l'utilisateur, et la difficulté d'entretien des installations. Ces problèmes ne peuvent malheureusement pas être résolus par les constructeurs ; rien ne sert d'éditer des documents précis dans ce domaine s'ils ne parviennent pas à l'utilisateur ou si l'utilisateur n'est pas motivé par l'entretien de son équipement, ce qui est souvent le cas en collectif locatif. Par contre, le Syndicat de l'Aéraulique est tout disposé à apporter son concours à toute initiative dans ce sens, qu'elle vienne des maîtres d'ouvrages, des maîtres d'œuvre, des Architectes ou des Pouvoirs Publics. Mais les constructeurs feraient encore mieux leur travail s'ils savaient mieux à quelle sauce ils doivent être mangés ; nous voulons dire s'ils savaient sur quels critères les installations sont susceptibles d'être contrôlées par les DDE ou les Bureaux de contrôle et pour cela il est plus que souhaitable qu'ils disposent rapidement des exemples de solutions du CSTB et du texte de Contrôle du Règlement de Construction (CRC).

1.2 ÉVOLUTION DES TECHNIQUES ET DES TECHNOLOGIES

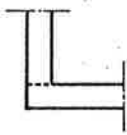
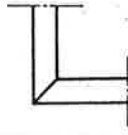
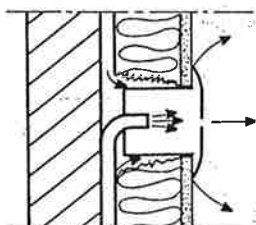
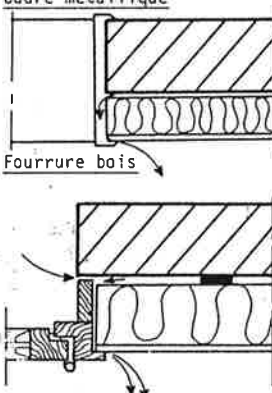
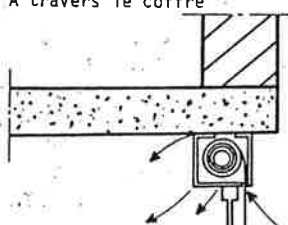
La nécessité de progresser dans le domaine des économies d'énergie a conduit à la notion de « gestion de l'air », et les fabricants de matériel aéraulique ont commencé à étudier des équipements permettant d'innover en la matière. Ces recherches ont débouché sur un système de ventilation mécanique des logements asservie à l'humidité régnant dans les différentes pièces principales et de service.

Un tel système a pour but de permettre une forte réduction du taux de ventilation minimal du logement tel qu'il était défini dans l'arrêté du 24 mars 1982, ceci pendant les périodes où l'humidité relative régnant dans l'une ou plusieurs des pièces du logement est faible du fait de l'absence des occupants ou d'activités polluantes de leur part. Une modification de l'arrêté du 24 mars 1982 permet aux Pouvoirs Publics de délivrer des autorisations pour l'application de ce genre de principe permettant des gains appréciables sur les déperditions par renouvellement d'air.

Le système comprend les entrées d'air en façade dans les pièces principales, la section de ces entrées d'air variant en fonction de l'humidité ambiante, et des sorties d'air en cuisine et salles d'eau fonctionnant sur le même principe, en ce qui concerne le débit minimal, un réglage manuel étant à la disposition de l'utilisateur pour l'obtention du débit maximal lorsqu'il en est prévu un, ce qui est toujours le cas en cuisine.

Solutions pour améliorer la V.M.C.

Tableau 1. Constats effectués et moyens d'atténuation

LOCALISATION DES PENETRATIONS DANS LES LOGEMENTS	ORIGINE DES ENTREES D'AIR	CHEMINEMENTS	MOYENS D'ATTENUATIONS
<p>Liaisons des ouvrants/dormants en partie courante mais surtout dans les angles lorsque les joints se recouvrent</p> 	L'extérieur	A travers la menuiserie, par la liaison ouvrant/dormant	<p>Eviter les recouvrements, (coupes à 45° et soudure des joints).</p> 
<p>Prises de courant, interrupteurs, raccordement de convecteurs, plafonniers, etc...</p>	L'extérieur et parfois le comble	<p>A travers la lame d'air située entre la paroi extérieure et l'isolant</p> <p>Exemple : prise de courant</p>  <p>conduit électrique</p>	<ul style="list-style-type: none"> Colmater les conduits après le passage des fils électriques(1) Assurer l'étanchéité derrière le boîtier électrique avant sa pose Concevoir des boîtiers étanches <p>(1) Avant d'appliquer cette mesure, on doit s'assurer qu'elle est compatible à la sécurité des installations électriques.</p>
<p>Liaison du dormant des menuiseries avec la cloison de doublage</p>	L'extérieur et parfois le comble	<p>Entre l'isolant et la paroi extérieure puis entre le dormant et l'isolant</p> <p>Cadre métallique</p>  <p>Fourrure bois</p>	<ul style="list-style-type: none"> Soigner l'ajustage entre la plaque de plâtre et le dormant Colmater l'espace entre la plaque de plâtre et le dormant Colmater les espaces entre les éléments (fourrures, précadres, ...etc) et la paroi extérieure. <p>Note : Pour les opérations les mieux traitées, les quelques problèmes qui subsistent se situent au niveau des appuis.</p>
<p>Portes palières et portes d'entrées</p>	<p>L'extérieur en habitat individuel</p> <p>La circulation commune en habitat collectif.</p>	<p>Entre l' huisserie et le battant</p> <p>Entre le sol et le battant</p>	<ul style="list-style-type: none"> Améliorer l'ossature des portes pour réduire leurs déformations Utiliser des portes à trois points de fermeture.
<p>Coffres de volets roulants au droit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des liaisons entre panneaux - des liaisons panneaux/parois - des organes de manoeuvre (ruban, manivelle) 	L'extérieur	<p>A travers le coffre</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Colmater les espaces à la liaison des coffres avec la structure Prévoir des joints d'étanchéité à la liaison du coffre et des trappes d'accès. Utiliser des coffres extérieurs sans communication avec l'intérieur.

Solutions pour améliorer la V.M.C.

On voit donc que les entrées d'air vont s'ouvrir en fonction de l'occupation de chacune des pièces principales, modifiant ainsi la répartition du débit de ventilation en fonction des besoins. Les sorties d'air vont s'ouvrir en fonction de la production d'humidité dans la cuisine et la salle d'eau (les WC sont équipés d'une bouche à minuterie, par exemple), augmentant ainsi le débit d'extraction, en fonction des besoins. Il faut remarquer que s'il n'y a aucune production d'humidité dans les pièces principales et que le débit de sortie d'air augmente, la dépression dans le logement peut largement dépasser 10 Pascals si l'étanchéité de l'enveloppe est très bonne (perméabilité parasite faible).

Un nouveau système du même genre est en cours de développement. Dans ce système, le fonctionnement des entrées d'air est non seulement asservi à l'humidité mais également au fonctionnement des sorties d'air et inversement. Les entrées d'air sont également autoréglables.

Parmi les autres nouveautés, on peut citer :

- ▷ les systèmes double flux asservis, avec transfert permettant de faire fonctionner l'installation à débit relativement constant,
- ▷ les systèmes double flux avec distribution collective et échangeurs individuels,
- ▷ les systèmes double flux avec préchauffage individuel par pièce,
- ▷ la ventilation mixte dans laquelle le débit minimal est obtenu en tirage naturel et le débit maximal avec un extracteur individuel, etc.

Les progrès techniques et l'abaissement des coûts des matériels électroniques (microprocesseurs en particulier) laisse prévoir à plus ou moins court terme l'apparition d'équipements de gestion de l'air pouvant être associés ou intégrés à des systèmes plus importants prenant en charge tout ou partie de la gestion du logement.

2 L'amélioration de l'étanchéité à l'air des logements

Compte tenu des écarts de pression inévitables entre l'ambiance intérieure d'un local et l'extérieur, tout cheminement autorise un passage d'air dont le débit est fonction principalement de l'écart de pressions et des pertes de charge des cheminements. Les raisons d'existence de ces infiltrations sont multiples et l'on constate qu'elles ont

augmenté au fil des années pour différentes raisons :

- les parois modernes multi-fonctionnelles sont devenues multi-couches,
- la construction actuelle pour des raisons de productivité utilise de plus en plus d'éléments préfabriqués (complexes isolants, béton en plaques, etc.) généralement assemblés à sec,
- le câleurement fait rarement l'objet d'une attention particulière de la part des intervenants quels qu'ils soient, à tel point que même les avis techniques n'abordent que rarement ce sujet.

Les défauts d'étanchéité à l'air peuvent provenir de plusieurs causes conjuguées ou, non, à savoir :

• La conception du bâtiment

Des détails d'assemblage entre éléments mal étudiés, la présence de lames d'air communicantes, etc., sont des facteurs qui favorisent la pénétration de l'air dans les logements.

• La conception des produits industriels

Tels que composants ou éléments d'un système constructif pour lesquels l'étanchéité à l'air repose sur le respect de tolérances trop faibles ou/et sur une mise en œuvre excessivement soignée.

• La mise en œuvre

Elle conduit parfois à des fentes et trous entre les éléments dès la réalisation ou à terme c'est-à-dire lorsque les matériaux ont « joué » entre eux et effectué retrait et dilatations.

Des essais effectués sur des constructions récentes mettent en évidence les infiltrations, le cheminement de l'air et permettent d'envisager des moyens d'atténuation. L'ensemble de ces éléments figurent dans le **tableau 1**.

On peut cependant admettre que le respect de quelques principes définis ci-après est de nature à remédier aux principales défaillances.

- ▷ Supprimer la lame d'air ventilé ou non entre l'isolant et la paroi chaude.
- ▷ Réaliser lorsque c'est possible l'étanchéité de la paroi.
- ▷ Obturer les jonctions entre les lames d'air non coplanaires.
- ▷ Soigner la mise en œuvre des éléments de construction (exemple : liaison dormant/doublage, etc.).
- ▷ Éviter certaines dispositions constructives (exemple : coffres de volets roulants communiquant avec le logement.

- ▷ Prévoir des joints d'étanchéité chaque fois qu'ils sont nécessaires (exemple : sur des boucles d'entrées d'air), etc.
- ▷ Reboucher les trous après le passage des canalisations (installations électriques), etc.

Au-delà de ces principes, des études sont actuellement en cours pour améliorer l'étanchéité à l'air des logements. Elles visent principalement à optimiser les travaux d'amélioration en traitant les infiltrations les plus importantes par des techniques simples efficaces et peu coûteuses.

Les essais démontrent que les fuites les plus importantes concernent en général :

- ▷ les liaisons des dormants des menuiseries avec la cloison de doublage,
- ▷ l'installation électrique du logement (prises, tableau de fusibles et disjoncteur, raccordement des émetteurs de chaleur, etc.),
- ▷ les liaisons du doublage thermique avec le plancher.

Les **figures 4 à 9** donnent des exemples de ces différentes situations.

Pour réduire ces infiltrations, on peut envisager différentes actions :

• Réaliser l'étanchéité au niveau de la paroi extérieure

C'est une solution envisageable sur certains systèmes (parois béton) mais plus délicate sur d'autres (agglomérés) si économiquement on ne peut retenir un enduit sur les deux faces. Par ailleurs, pour les systèmes constructifs à structure ventilée, une parfaite étanchéité de la peau extérieure n'apporte rien à l'étanchéité à l'air du logement. La ventilation s'effectue entre la peau extérieure et intérieure.

• Eviter les lames d'air entre l'isolement et la paroi extérieure

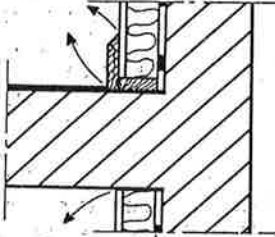
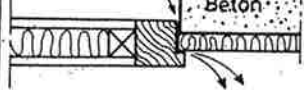
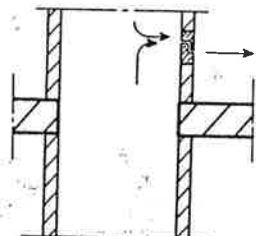
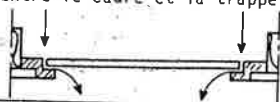
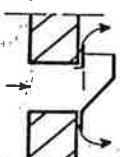
Lorsque cette lame existe, elle résulte d'une technique de mise en œuvre (exemple : plots de collage, etc.) et des défauts de planéité du support. Pour certains systèmes, sa présence est une condition de conservation du bâti (structures ventilées). Soulignons que des procédés constructifs n'en comportent pas (isolation par l'extérieur, isolation répartie avec enduits humides, etc.) et qu'ils sont en général très performants en matière d'étanchéité à l'air des parois opaques.

• Empêcher la circulation de l'air situé dans la lame vers l'intérieur

Des solutions existent pour atteindre cet

Solutions pour améliorer la V.M.C.

Tableau 1 (suite). Constats effectués et moyens d'atténuation

LOCALISATION DES PENETRATIONS DANS LES LOGEMENTS	ORIGINE DES ENTREES D'AIR	CHEMINEMENTS	MOYENS D'ATTENUATIONS
Entre le plancher et la façade lorsque la cloison de doublage est réalisée avec un complexe comprenant un isolant et une plaque de plâtre	L'extérieur et parfois le comble.	Entre l'isolant et la paroi 	<ul style="list-style-type: none"> Colmater les espaces entre le sol et la cloison de doublage Mettre en place un film plastique lorsque la plaque de plâtre est rapportée sur l'isolant, et qu'une chape est prévue.
Liaison de panneaux menuisés avec les parois lourdes ou les planchers	L'extérieur	Entre le panneau et la paroi 	<ul style="list-style-type: none"> Soigner l'ajustage des pièces Colmater les espaces entre les éléments
Tableau de fusibles et du disjoncteur	<p>En habitat individuel L'extérieur au niveau du coffret E.D.F.</p> <p>En habitat collectif La gaine d'électricité</p>	Par les conduits	Colmater les espaces après passage des fils dans les conduits
Autour des canalisations traversant des parois	L'extérieur, parfois le comble	Entre les fourreaux et les canalisations	Colmater les espaces autour des fourreaux après le passage des canalisations
Au niveau des trappes d'accès aux gaines techniques	<ul style="list-style-type: none"> - Le comble - Le vide sanitaire 	Par la gaine puis entre le cadre et la trappe 	<ul style="list-style-type: none"> Recouper la gaine au niveau des planchers même si les exigences en matière de sécurité contre l'incendie ne l'imposent pas Placer un joint d'étanchéité entre le cadre et la trappe d'accès à la gaine.
Sur le pourtour des trappes d'accès aux combles	Le comble	Entre le cadre et la trappe 	Placer un joint d'étanchéité entre le cadre et la trappe.
Par les gâches des huisseries de portes intérieures lorsqu'elles sont métalliques et que l'on a utilisé des cloisons sèches type plaques de plâtre et réseau alvéolaire.	Le comble, l'extérieur	<ul style="list-style-type: none"> - Aux assemblages des cloisons sèches puis entre l' huisserie et la cloison - Par les planchers lorsqu'ils sont à structure métallique ventilée, puis entre la cloison et l' huisserie 	Rendre étanche le petit volume occupé par les gaches avant la pose de l' huisserie (injection d'une mousse)
Entre les bouches d'entrées d'air et l'élément sur lequel elles sont fixées	L'extérieur	Entre les bouches et l'élément 	<ul style="list-style-type: none"> Augmenter la rigidité des bouches ou le nombre de points de fixation Placer un joint entre la bouche et le support
Plafond en lambris	Le comble, l'extérieur	Entre les lames	Prévoir un film étanche avec la pose du lambris.

Solutions pour améliorer la V.M.C.

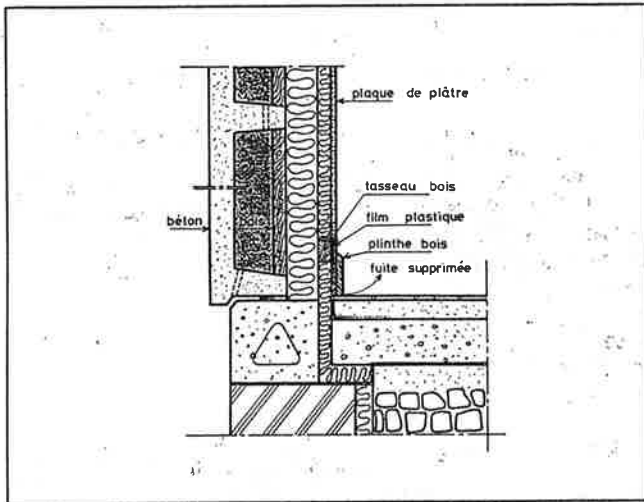


Figure 4. Liaison paroi/plancher (coupe horizontale)

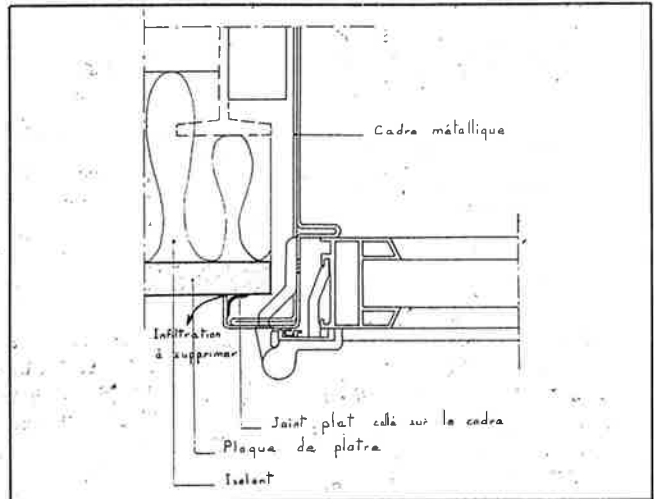


Figure 5. Liaison d'un cadre métallique avec le doublage (coupe horizontale)

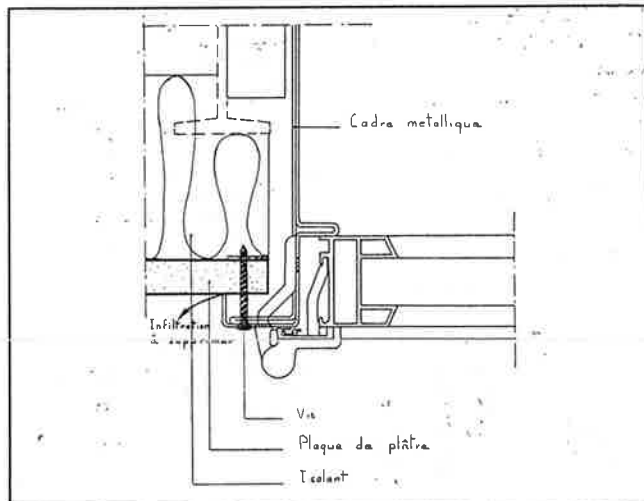
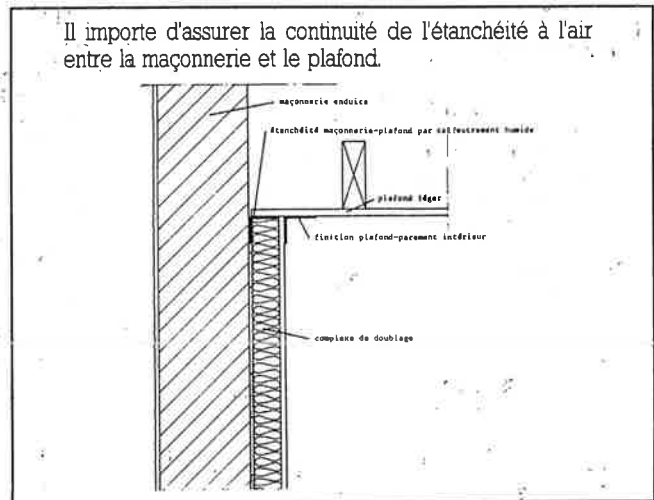
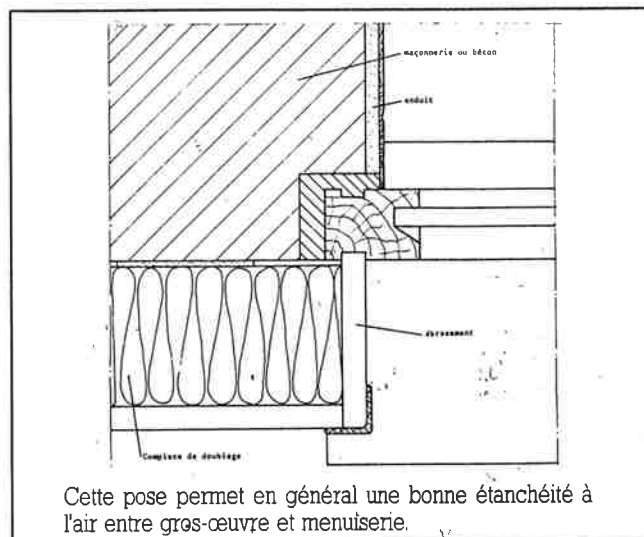


Figure 7. Liaison entre un mur isolé par l'intérieur et un plafond léger (coupe verticale)



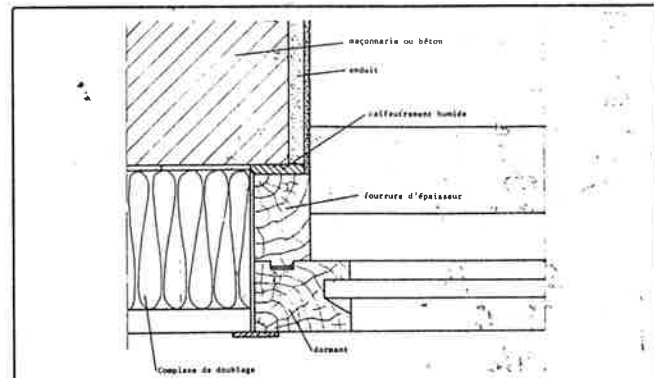
Il importe d'assurer la continuité de l'étanchéité à l'air entre la maçonnerie et le plafond.

Figure 6. Liaison d'un cadre métallique avec le doublage (coupe horizontale)



Cette pose permet en général une bonne étanchéité à l'air entre gros-cœuvre et menuiserie.

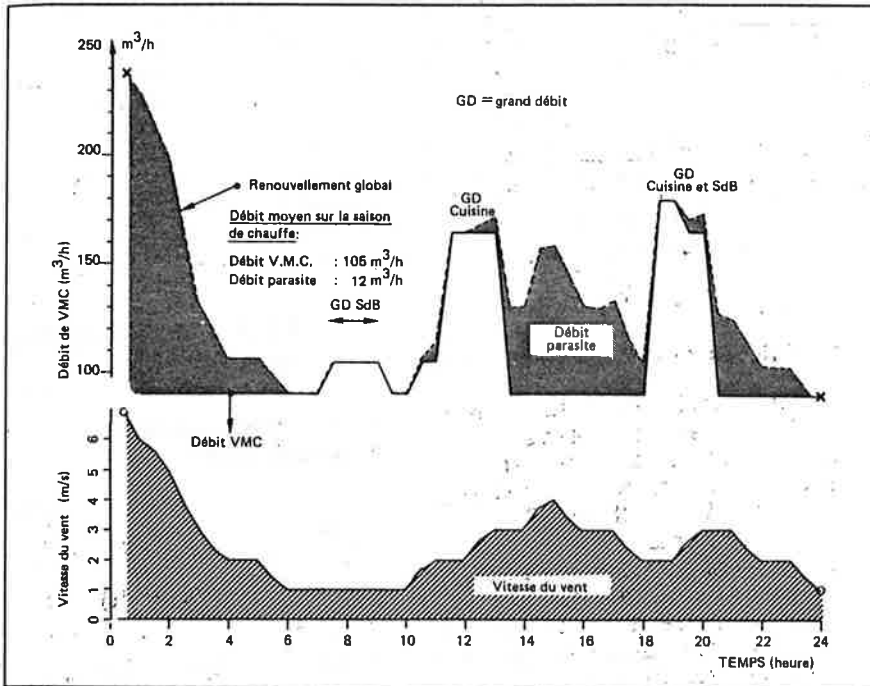
Figure 8. Liaison entre un mur isolé par l'intérieur et une baie - Pose en feuillure avec ébrasement (coupe horizontale)



Les tolérances relatives du gros-cœuvre et de la menuiserie rendent difficiles une bonne étanchéité à l'air dans ce cas. Le DTU n° 36/1 prévoit en outre un solin avant pose du complexe.

Figure 9. Liaison entre un mur isolé par l'intérieur et une baie - Pose en applique (coupe horizontale)

Solutions pour améliorer la V.M.C.



● Chronique de débit

La VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée) extrait l'air du logement et maintient de ce fait le logement en dépression. Lorsque la vitesse du vent augmente, la surpression de la façade au vent et la dépression sous le vent augmentent sensiblement. Lorsque la dépression sous le vent devient plus importante que la dépression interne, un débit traversant, allant de l'intérieur vers l'extérieur du logement s'instaure. Le débit global de renouvellement d'air n'est plus représenté seulement par le débit VMC.

$$\text{Renouvellement d'air } m^3/h = \text{débit VMC} + \text{débit traversant}$$

La chronique de la figure 11 montre clairement l'apparition de débit traversant lorsque la vitesse du vent augmente.

En simulant l'ensemble de la saison de chauffe on obtient le débit moyen parasite, dans le cas présent 12 m³/h pour 300 cm² de transparence et 105 m³/h de débit VMC.

En répétant ce calcul pour des transparences comprises entre 50 et 1000 cm², le niveau de débit parasite varie respectivement de 0,04 m³/h par cm² de transparence à 0,10 m³/h par cm² pour un débit journalier de VMC égal à 105 m³/h.

Les principales caractéristiques de CLIM étant explicitées, nous l'utiliserons pour montrer son apport dans les techniques de gestion de l'air.

Figure 11. Renouvellement d'air et débit de V.M.C. Chronique sur une journée (9 mars 1970 - Trappes)

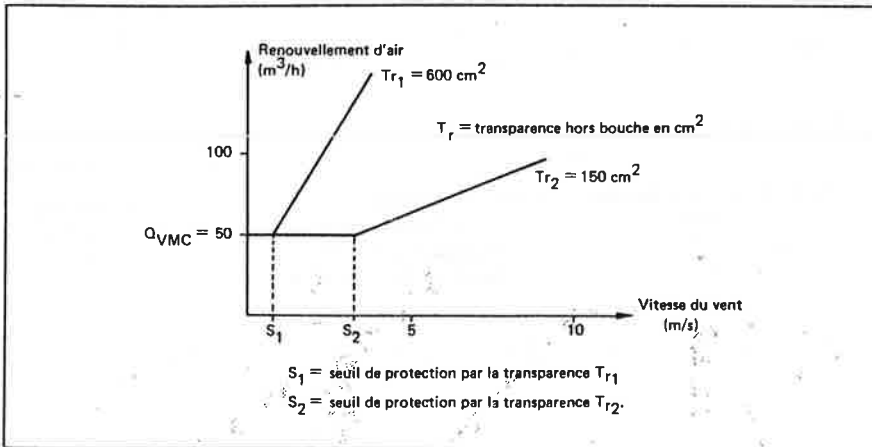


Figure 12. Variation du seuil de protection selon la transparence

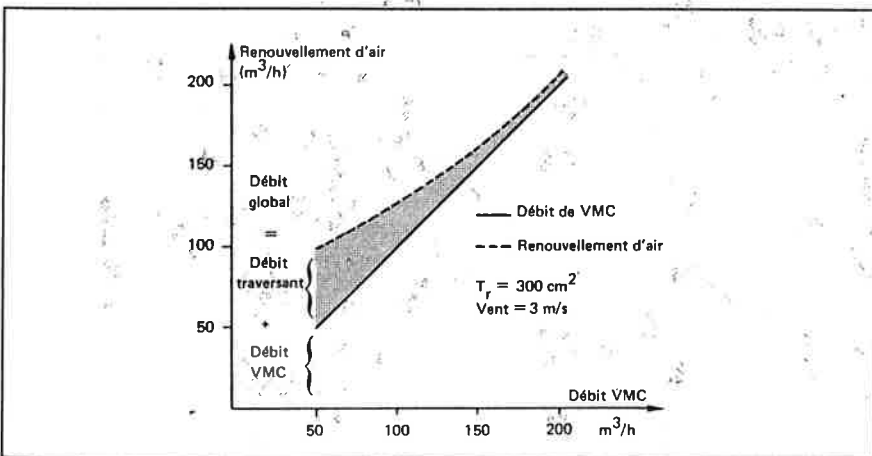


Figure 13. Variation du débit traversant selon le débit VMC

3.2 LES CARACTÉRISTIQUES DU DÉBIT TRAVERSANT

● Seuil de protection contre le débit traversant

Le débit traversant n'apparaît que lorsque la dépression de la façade sous le vent devient plus élevée que la dépression créée par la VMC, ce qui se produit pour une vitesse de vent limite appelée seuil de protection. L'augmentation de la transparence abaisse le seuil de protection (figure 12).

La diminution du débit VMC s'accompagne d'une moindre diminution du renouvellement d'air global car la dépression dans le logement diminue abaissant le niveau de vitesse à partir duquel apparaît le débit traversant (figure 13).

● **Les conséquences de la perméabilité**

Les entrées d'air sont disposées de manière à assurer le balayage correct de l'ensemble du logement. L'importance des fuites involontaires vient considérablement perturber leur fonctionnement. Ainsi pour une maison individuelle très étanche (transparence de 100 cm²) seulement 50 % du débit extrait par la VMC passe par les entrées d'air.

Pour 300 cm² (valeur courante en maison individuelle type F4) seulement 10 % du débit passe par les bouches d'entrées d'air, au-delà de 300 cm² leur effet est nul (figure 14).

Outre la détérioration du confort (mauvaise répartition des débits de ventilation) l'accroissement de la perméabilité augmente largement les déperditions. Le coefficient C_{air} passe de 0,2 à 0,32 lorsque la transparence d'une maison type F3 passe de 150 à 600 cm² (soit 60 % de plus sur l'air et environ 13 % de plus sur les déperditions globales pour un G de 0,9).

3.3 ÉTUDE DES SYSTÈMES DE VENTILATION

L'objectif de cette partie est de montrer comment à l'aide de CLIM il est possible de

situer les performances de produits nouveaux (ventilation hygroréglable, préchauffage d'air neuf en isolation dynamique), d'évaluer par avance certains problèmes de performance (effet de l'étanchéité) et de comparer entre eux divers systèmes dans les mêmes conditions de fonctionnement (même saison, même météo, même régulation).

3.3.1 Ventilation hygroréglable

● **Principe de fonctionnement**

Lorsque l'humidité relative en cuisine passe de 40 à 75 %, le débit extrait en cuisine passe de 15 à 60 m³/h, pour une même plage d'humidité les entrées voient leur section passer de 5 à 30 cm² (figure 15).

Un tel fonctionnement est admis dans l'habitat depuis la publication le 28 octobre 1983 d'un arrêté ministériel autorisant une modulation automatique des débits de ventilation pour économiser l'énergie à condition de ne pas descendre en dessous d'un niveau minimum fixé (par exemple 20 m³/h pour un F4) et de pouvoir atteindre les débits nominaux et forcés fixés en 1982 (respectivement 90 et 180 m³/h) lorsque la présence des occupants ou leurs activités le nécessitent.

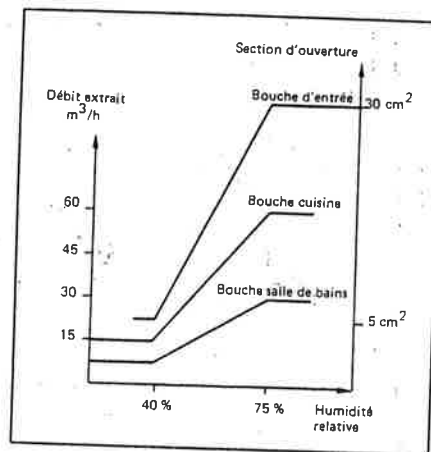
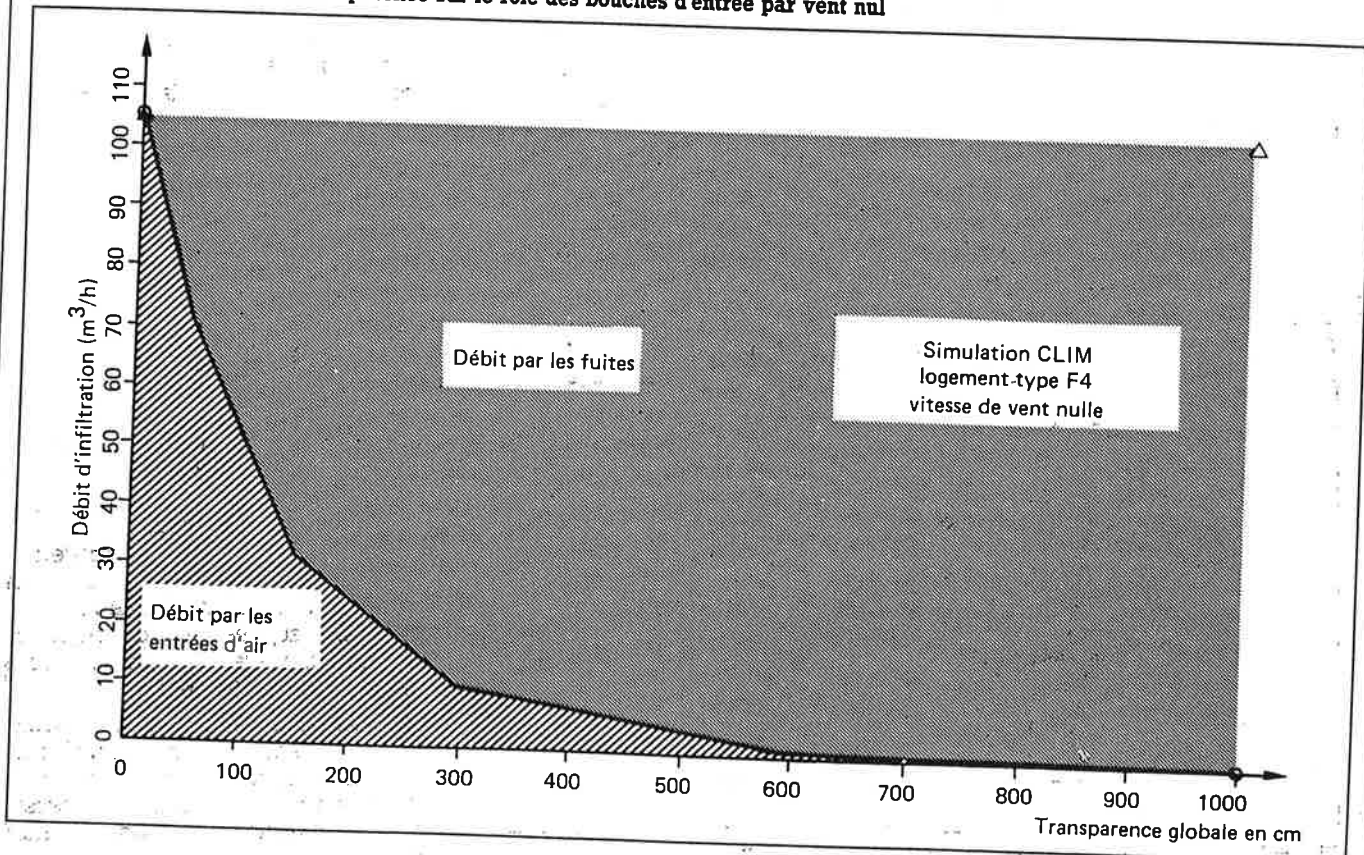


Figure 15.

La tabulation des actions d'entrée d'air et des débits d'extraction en fonction de l'humidité permet à CLIM de simuler le fonctionnement de ce système (figure 16) avec les hypothèses suivantes: le grand débit cuisine est utilisé 4 heures à 120 m³/h dans le système autoréglable, et 1 h seulement — mais à 135 m³/h — en hygroréglable du fait de l'ajustement du débit aux productions d'eau.

Pour effectuer une simulation avec un système hygroréglable il importe de se fixer avec précision les paramètres qui modifient

Figure 14. Influence de la transparence sur le rôle des bouches d'entrée par vent nul



Solutions pour améliorer la V.M.C.

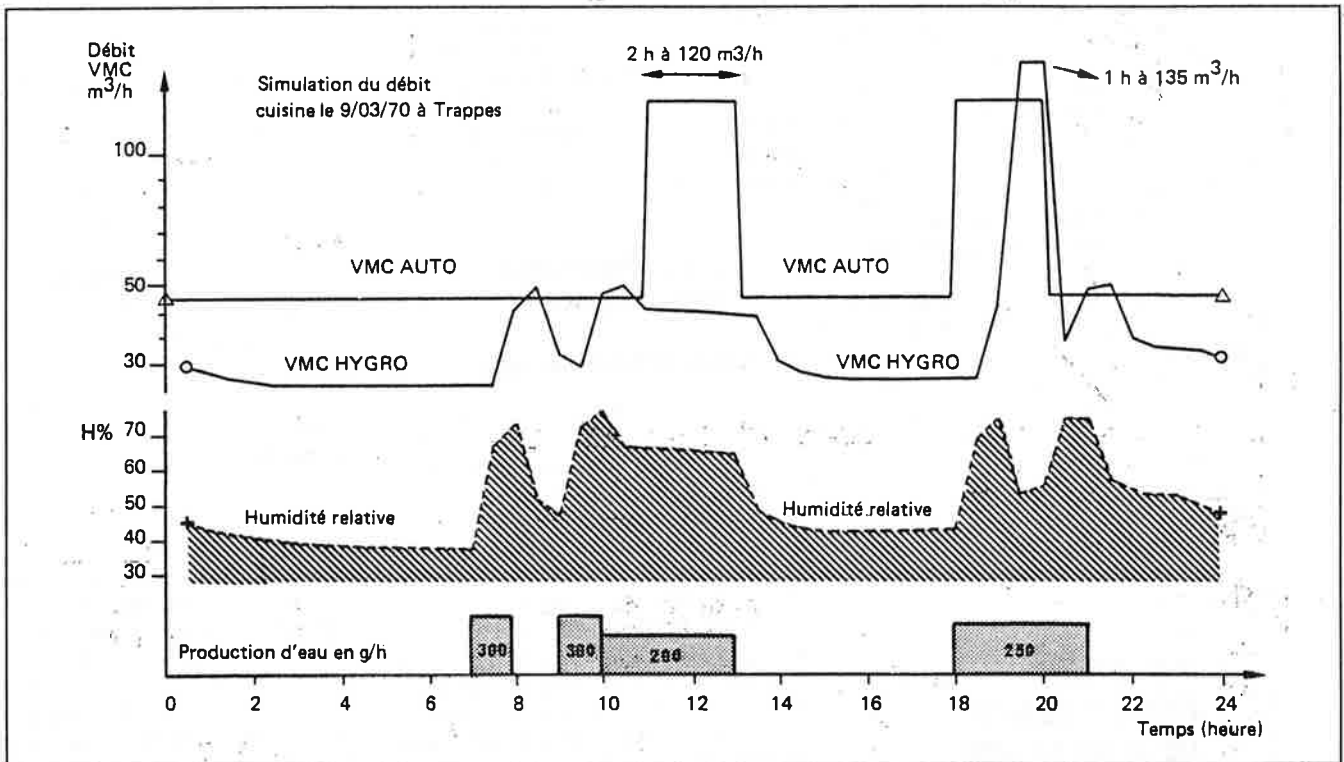


Figure 16. Chronique comparative des ventilations autoréglables et hygroréglables

l'humidité relative (température intérieure, apport d'eau interne, lieu géographique qui conditionne le poids d'eau contenu dans l'air extérieur).

● Comparaison avec un système autoréglable

En répétant sur l'ensemble de la saison de chauffe la chronique précédente, on détermine le débit moyen fictif en hygroréglable qui donnerait les mêmes pertes thermiques qu'une ventilation autoréglable à débit constant.

Le tableau 2 montre que le gain sur le coefficient G est de 0,09 W/m².°C si l'on fait abstraction de la perméabilité et de 0,06 si l'on tient compte d'une transparence de 300 cm².

● Sensibilité aux paramètres

▷ Effet de la transparence

Le gain de 9 points sur le G_{VMC} est indépendant de la transparence pour les simulations effectuées entre 150 et 600 cm². Il en est de même pour le G renouvellement d'air qui reste aux environs de 6 points de gain pour le système hygroréglable. Par contre en deçà de 150 cm², lorsque la transparence tend vers 0, le gain en renouvellement d'air s'approche du gain pour la VMC seule.

▷ Effet des conditions intérieures

Si la température intérieure augmente de 3 °C et si l'apport d'eau diminue de 20 %, le ΔG_{VMC} passe de 0,09 à 0,12. À l'inverse une diminution de 3 °C de température intérieure associée à une augmentation de 40 % des apports d'eau fait passer le ΔG_{VMC} de 0,09 à 0,06.

▷ Situation géographique

Les résultats du tableau 2 reconduit pour la station de La Rochelle montrent que le ΔG_{VMC} est de 0,07 au lieu de 0,09 à Trappes. L'évaluation des performances d'un tel système n'est possible qu'en simulation car il est quasi impossible in situ de trouver

plusieurs logements dont les habitants ont le même comportement (température intérieure, apport d'eau) alors que ces deux paramètres feront varier de ± 50 % les performances du système.

3.3.2 Interaction entre l'enveloppe et le système

L'isolation dynamique apparaît actuellement sur le marché, il est important de quantifier les interactions qu'il existe entre ce système de préchauffage de l'air neuf et la perméabilité de l'enveloppe du logement.

Tableau 2. Simulation CLIM sur la saison de chauffe à Trappes (Année CSTB). Hypothèses: F4 de 74 m²; transparence 300 cm²; température intérieure 19 °C; apport d'eau: 6070 g/jour.

	Débit moyen V.M.C. (m ³ /h)	Débit moyen traversant (m ³ /h)	Débit moyen global (m ³ /h)	"G _{VMC} "	"G" renouvellement d'air
Système autoréglable	105	12	117	0,193	0,213
Système hygroréglable	56,2	26,8	83	0,103	0,153
Hygro-auto	-48,8	+ 15,8	-33	-0,09	-0,06

Solutions pour améliorer la V.M.C.

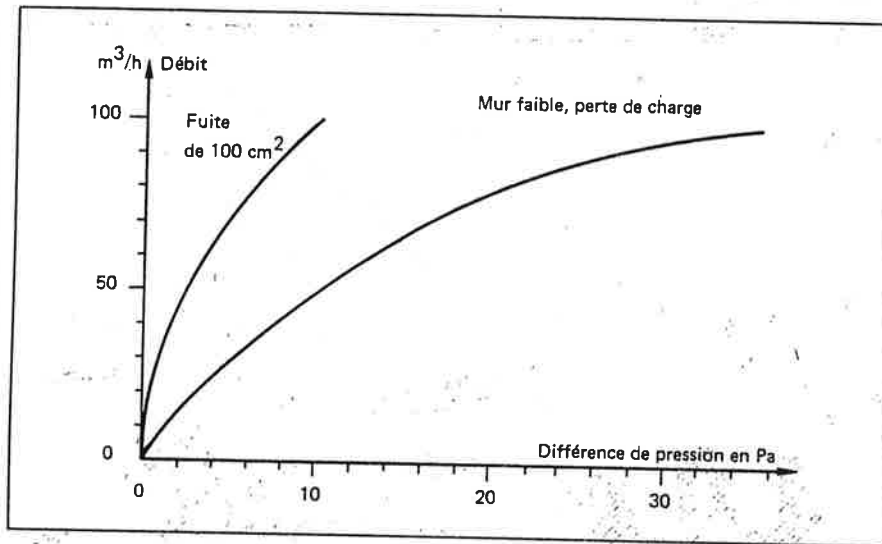


Figure 17. Courbes débit-pression

● Principe de fonctionnement

L'air neuf est véhiculé de l'extérieur vers l'intérieur au sein d'un espace aménagé dans les murs (système pariéto-dynamique). L'air neuf est donc préchauffé en récupérant les pertes thermiques des parois ainsi constituées. Le mouvement de l'air est assuré par la VMC simple flux. Le débit d'air en circulation dans le mur est une des composantes importantes du rendement d'un tel système.

Selon les pertes de charge du mur et l'importance des fuites parasites, le débit d'air réel traversant le mur va fluctuer. La courbe débit-pression du mur simulé est donnée figure 17.

● Variation du rendement selon le niveau d'étanchéité

En introduisant dans CLIM les caractéristi-

ques débit-pression du mur, on détermine selon la perméabilité le renouvellement d'air global et le débit circulant dans le mur (figure 18).

Pour une transparence nulle, tout le débit passe dans le mur. Pour seulement 120 cm² (bonne étanchéité en maison individuelle), le débit mur n'est que de 65 m³/h dans le meilleur cas (soit 45% de moins que prévu).

En intégrant ces valeurs de débit dans une simulation globale d'une maison équipée d'un mur pariéto-dynamique, on observe que le gain de 9% pour une maison parfaitement étanche est divisé par 2 si la transparence est de 300 cm² (figure 19).

L'avenir des isolations dynamiques est donc très lié aux progrès de l'étanchéité des logements et aux recherches visant à abaisser les pertes de charge du mur pariéto-dynamique.

Figure 19. Gain énergétique par rapport à une maison identique non équipée en isolation dynamique

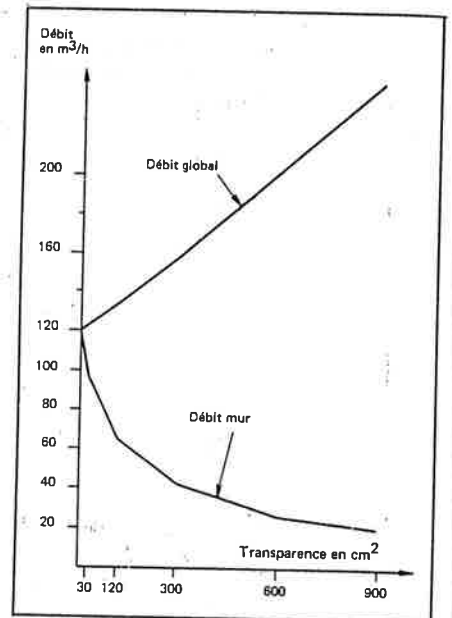
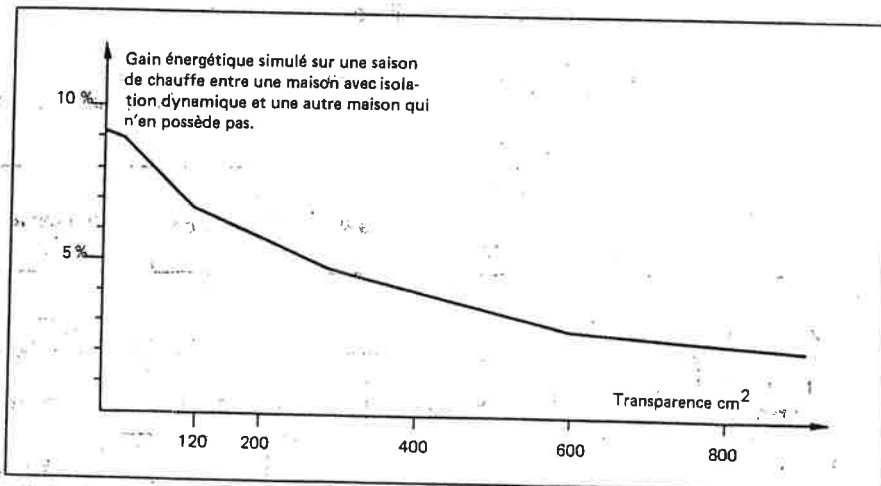


Figure 18. Simulation sur 8 jours de mars 1970 à Trappes

3.3.3 Comparaisons des différents systèmes

La dépression créée par la VMC protège le logement contre le débit parasite, lorsque cette dépression diminue (réduction du débit VMC en hygroréglable) ou s'annule (cas du double flux), le débit traversant augmente.

La figure 20 illustre ce phénomène pour une transparence de 300 cm².

Au-delà d'une vitesse de vent de 5 m/s, le débit traversant d'un double flux devient plus faible qu'avec les autres systèmes. Le double flux n'ayant pas d'entrée d'air donnant directement sur l'extérieur, sa perméabilité globale à l'air (bouches d'entrée + fuites) est inférieure aux 2 autres procédés.

Les conséquences sur les consommations d'énergie sont illustrées par une simulation effectuée sur l'ensemble d'une saison de chauffe (tableau 3).

Si l'on ne considère que le débit VMC, le système hygroréglable atteint 46% d'économie d'énergie sur l'air et le double flux 65% par rapport à un système classique autoréglable. En incluant le débit traversant, l'hygroréglable atteint le même niveau d'économie d'énergie que le double flux mais la performance est plus faible, 28% d'économie réelle sur l'air par rapport au système classique.

Ces calculs sont valables pour une transparence de 300 cm² et l'ensemble des hypothèses données précédemment.

Solutions pour améliorer la V.M.C.

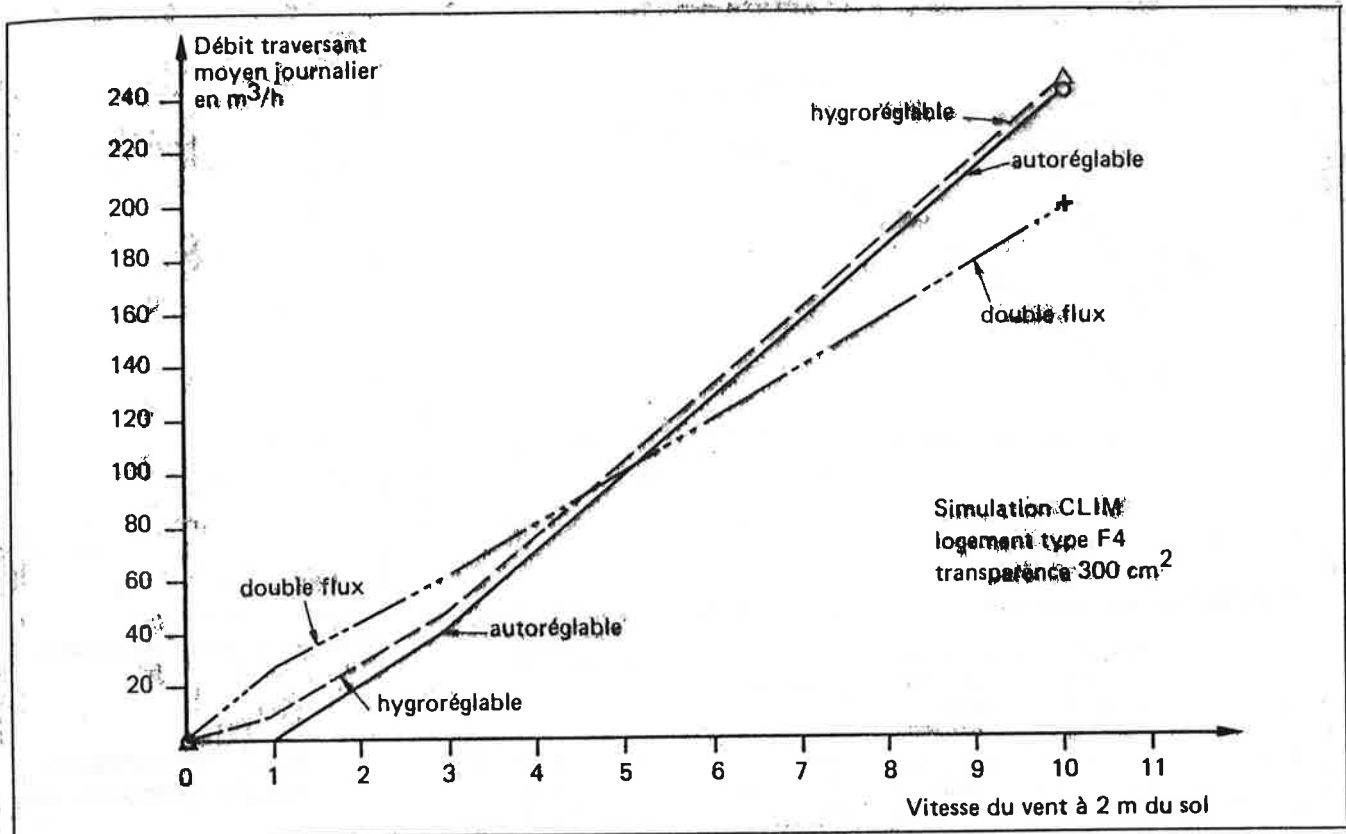


Figure 20. Débit traversant pour les systèmes auto... hygro... et double flux

Tableau 3

Simulation CLIM Saison de chauffe moyenne Météo CSTB station de Trappes Rendement moyen de l'échangeur : 0,65		Logement : type F4 Transparence : 300 cm ²			
Système	Débit d'air (m ³ /h)		Consommation chauffage de l'air (kWh)		
	VMC	traversant	VMC	traversant	globale
Autoréglable	105	12	2290	267	2557
Hygroreglable	56	27	1240	590	1830
Double flux	105	49	801	1052	1853
Double flux sans échangeur	105	49	2290	1052	3342

La prise en compte des débits traversants modifie notablement les performances des systèmes de ventilation.

4 Conclusion

Une meilleure gestion de l'air passe par

l'amélioration des systèmes de ventilation et l'amélioration de l'étanchéité à l'air des logements. Mais pour évaluer la qualité d'une modification apportée au système ou à l'enveloppe, il faut quantifier les performances énergétiques globales du couple système + enveloppe, les interactions entre les 2 postes étant très fortes.

L'utilisation d'un outil de simulation permet cette évaluation comparative des solutions, tous les cas envisagés subissant les mêmes

contraintes au niveau de la météo, du type de logement, du comportement supposé des occupants (température intérieure, apport d'eau, durée d'utilisation du débit forcé en cuisine, etc.).

Par contre la qualité d'un modèle de simulation est limitée à la quantité des hypothèses et des données d'entrée dont certaines sont parfois mal connues (coefficient de pression, réduction du vent météo).

C'est pourquoi le modèle ne remplace pas la mesure de terrain à laquelle il doit être confronté périodiquement.

Bibliographie

Référence 1 : ventilation et transparence à l'air des habitations. P. Jardinier (Cahiers Techniques du bâtiment n° 27)

Référence 2 : vent, ventilation et bâtiment (cahiers du CSTB)

Référence 3 : B. PATEROUR et C. NICOLAS ; Comparaison entre une ventilation autoréglable classique et une ventilation par bouches hygroreglables. (Note EDF HE 112 W 2107).

Référence 4 : P. DALICIEUX et C. NICOLAS ; étude des systèmes double flux. (Note interne EDF).