

RESUME

C. NICOLAS : "Evaluation des performances d'une ventilation hygromodulante". En vue de limiter les pertes de chaleur par renouvellement d'air dans l'habitat, la réglementation française autorise depuis Novembre 1983 la modulation des débits d'air extrait en fonction de l'humidité relative. Plusieurs constructeurs étudient de tels systèmes et le présent article vise à en chiffrer les répercussions thermiques. Le modèle de simulation thermique et aérodynamique CLIM permet de comparer la ventilation mécanique à débit constant et la ventilation hygroréglable. La variation du débit extrait dans un rapport de 1 à 4 entre 40 et 75 % d'humidité permet en moyenne sur l'année de diviser ce débit par 2 par rapport au simple flux classique. Le coefficient C est ainsi diminué de 0,09 W/(m³.K) mais cette caractéristique varie selon le site, la température intérieure et les apports d'eau. La fiabilité du matériel et son incidence sur la qualité de l'air feront l'objet de mesure in situ en 85. Quelques milliers de logements sont d'ores et déjà équipés de ce système de ventilation.

SUMMARY

C. NICOLAS : "Analysis of an exhaust air flow modulation". To limit air infiltration heat losses in dwelling french regulations allows since November 1983 variable exhaust air flow in relation with indoor relative humidity. Several manufacturers study such a system and this paper presents the thermal consequences. A mathematical model called "CLIM" is used to compare constant air flow ventilation with adjustable ventilation according to indoor relative humidity. Exhaust air flow varies in a ratio of 1 to 4 between 40 and 75 % of relative humidity and the mean annual air flow is divided by 2 in comparison with a classical mechanical ventilation and the "C" coefficient is reduced of about 0.09 W/(m³.K) but this value depends on the place where the house is built, the indoor air temperature and the indoor water supply. Measures on the system and indoor air quality will take place in 1985. To day about a few thousands houses are equipped with an adjustable ventilation in relation with relative humidity.

ZUSAMMENFASSUNG

C. NICOLAS : "Analyse und Leistung der Hygoregulierbaren Ventilation". Um die Wärmeverluste durch Lüfterneuerung im Neubau zu vermindern erlaubt der französische Gesetzgeber seit November 83 eine Veräuerung der Abzugsluft in Abhängigkeit von der relativen Feuchtigkeit. Mehrere Konstrukteure haben solche Systeme untersucht, und der vorliegende Artikel gibt eine Darstellung der thermischen Auswirkungen. Das thermische und aerodynamische Rechenmodell CLIM ermöglicht den Vergleich von mechanischer Ventilation mit gleichbleibender Strömung mit der hygoregulierbaren Ventilation. Die Veränderung des Volumens der Abzugsluft im Verhältnis von 1 zu 4 für eine Feuchtigkeit von 40 % bis 75 % ergibt über das Jahr gesehen einen Mittelwert, der halb so gross ist wie der Wert bei dem herkömmlichen, konstanten Luftabzug. Der Koeffizient "G" wird dadurch um 0.09 W/m³.K verringert. Aber dieser Wert ist abhängig von der geographischen Lage der Innentemperatur und der Dampferzeugung. Die Pannensicherheit des Systems und sein Einfluss auf die Qualität der Luft werden im Jahr 85 in Testhäusern untersucht. Schon jetzt sind mehrere tausend Neubauten mit diesem System ausgerüstet.

EVALUATION DES PERFORMANCES
D'UNE VENTILATION HYGROMODULANTE

C. NICOLAS

Electricité de France - Etudes et Recherches
Les Remardières - Moret sur Loing - France

Introduction

La ventilation mécanique représente en France environ 60 % du marché de la construction neuve et son développement se poursuit, mais les déperditions par renouvellement d'air atteignent 25 à 40 % des besoins globaux de chauffage.

Pour abaisser le coût thermique de ce renouvellement d'air, un arrêté ministériel datant de Novembre 1983 autorise la mise en place de systèmes de ventilation pouvant atteindre des débits très réduits (20 m³/h pour un logement de 4 pièces) sous réserve qu'une régulation permette de moduler automatiquement ce débit entre 20 et 90 m³/h sans nuire à la qualité de l'air.

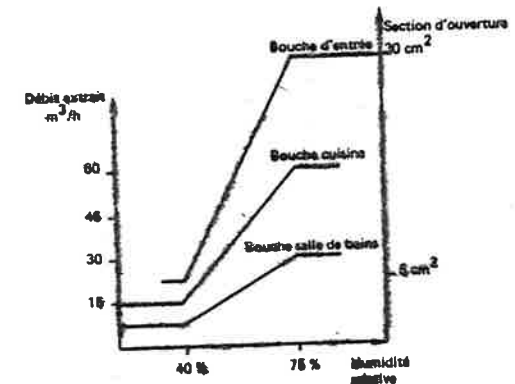
Cette nouvelle possibilité de ventiler fait actuellement l'objet d'études chez plusieurs fabricants français et l'humidité relative a été retenue comme paramètre de contrôle du débit de ventilation. Les apports d'eau sont de l'ordre de 40 à 60 g/heure/personne et de 3 kg/jour pour les activités ménagères (douches, cuisson, séchage du linge...).

Description d'une ventilation hygroréglable

Le principe de ventilation est le même que la classique ventilation simple flux mais les bouches d'entrées et d'extraction sont équipées d'un capteur d'humidité relative intérieure qui fait varier la section d'ouverture des bouches.

Figure 1

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



ATC 1497
2111

Evaluation des performances

Méthode de calcul

Electricité de France dispose d'un modèle lourd de simulation thermique d'un bâtiment dénommé "CLIM". Ce logiciel permet de calculer pièce par pièce la température intérieure de l'air, l'humidité relative, la température des parois sous l'influence des conditions climatiques au pas d'une demi-heure.

A ces fonctions de base des modifications récentes ont permis d'améliorer la prise en compte de l'aspect ventilation.

Chaque module est soumis :

- à la suppression ou à la dépression due au vent,
- au tirage thermique lié à l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur,
- à la dépression créée par la ventilation mécanique. La perméabilité de chacune des parois du module étant supposée connue, il est possible de calculer la pression d'équilibre du module telle que le débit d'air entrant égale le débit d'air sortant.

Chronique de fonctionnement

A l'aide de "CLIM" nous pouvons étudier par des simulations le fonctionnement de la ventilation mécanique contrôlée autoréglable (VMC AUTO) très courante en France et fonctionnant à débit constant sauf durant les heures de fortes pollutions (4 heures/jour) où les occupants peuvent actionner le débit forcé.

La ventilation mécanique contrôlée hygroréglable (VMC HYGRO) suit les variations données en figure 1, le débit forcé en cuisine est utilisé 1 h par jour.

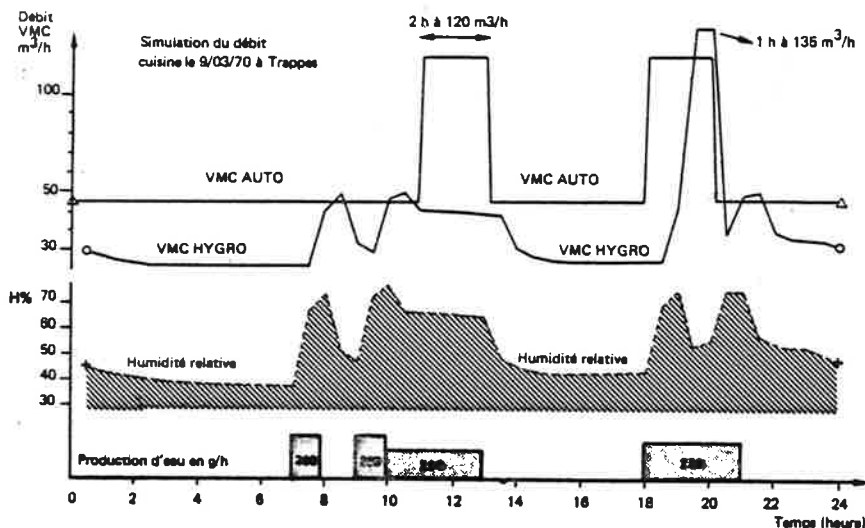


Figure 2 - Simulation des débits en cuisine.

Dans l'exemple ci-dessus le débit cuisine est généralement réduit de 45 à 30 m³/h, mais en présence de forts apports d'eau (pollution de la cuisine), le débit peut atteindre voire dépasser le débit cuisine à débit constant et atteindre 50 m³/h.

Bilan annuel

Le bilan énergétique annuel s'obtient en répétant la chronique précédente sur l'ensemble de la saison de chauffe. On admet pour cette comparaison que les apports d'eau journaliers sont de 6 kg, la température intérieure de 19°C. Compte tenu de la non-étanchéité à l'air des parois du logement, il s'instaure en présence de vent fort un débit traversant qui augmente le débit extrait par la ventilation. De ce fait le débit moyen horaire recalculé à partir des déperditions annuelles diffère selon qu'il s'agit du débit mécanique (VMC) ou du renouvellement d'air total (débit global).

	Débit moyen V.M.C. (m³/h)	Débit moyen traversant (m³/h)	Débit moyen global (m³/h)	«G _{V.M.C.} » W/(m³.°C)	«G» renouvellement d'air W/(m³.°C)
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
Hypothèses : -F4 de 74 m² - transparence 300 cm² - température intérieure 19°C - apport d'eau 6070 g/j.					

Figure 3 - Performances thermiques comparées.

Dans cette simulation la perméabilité de l'enveloppe vaut 300 m³/h sous 10 Pascals de dépression (soit une transparence de 300 cm²). Dans ce cas le gain sur le coefficient G obtenu par la ventilation hygroréglable est de 0,06 W/(m³.°C) et tend vers 0,09 W/(m³.°C) si l'on maîtrise l'étanchéité à l'air des logements.

Le gain énergétique est légèrement inférieur à celui d'une ventilation mécanique double flux (gain de 0,11 W/(m³.°C), mais ce type de ventilation sera plus aisé à installer et moins coûteux à l'achat.

Variabilité du débit moyen hygroréglable

Le débit moyen de ventilation va dépendre fortement de l'humidité intérieure et par suite :

- de l'humidité extérieure : le gain de 0,09 W/(m³.°C) obtenu pour une simulation à partir de la météo de Trappes (proche de PARIS) passe à 0,07 W/(m³.°C) à partir de la météo de La Rochelle plus humide (bord de mer) ;

- des apports internes d'eau : Une diminution des apports d'eau journaliers de 20 % abaisse le débit moyen de 7,9 % et la perte d'énergie par ventilation de 9,3 % (simulation météo de Trappes) ;

- de la température intérieure : Le débit moyen extrait par une ventilation hygroréglable vaut $56 \text{ m}^3/\text{h}$ (simulation météo de Trappes pour un F4) pour une température intérieure de 19°C . Ce débit descend à $45 \text{ m}^3/\text{h}$ pour 22°C et monte à $61 \text{ m}^3/\text{h}$ pour une température intérieure de 15°C .

Selon le nombre des occupants d'un logement et leur comportement il peut y avoir une baisse ou une augmentation des déperditions. C'est d'ailleurs le but recherché pour adapter le niveau de ventilation aux besoins réels.

Répartition du débit d'air

Les entrées d'air sont également hygroréglables, leurs rôles est d'orienter le faible débit moyen là où se trouvent les occupants.

La simulation du débit d'air entrant dans une chambre montre clairement que cet objectif est parfaitement atteint dans un logement étanche (transparence $tr = 0 \text{ cm}^2$). Par contre cette efficacité diminue si le logement est moins étanche (transparence 300 cm^2) aussi bien dans le cas d'une VMC classique où la présence de court-circuit aéraulique limite le débit chambre que dans le cas d'une ventilation hygroréglable.

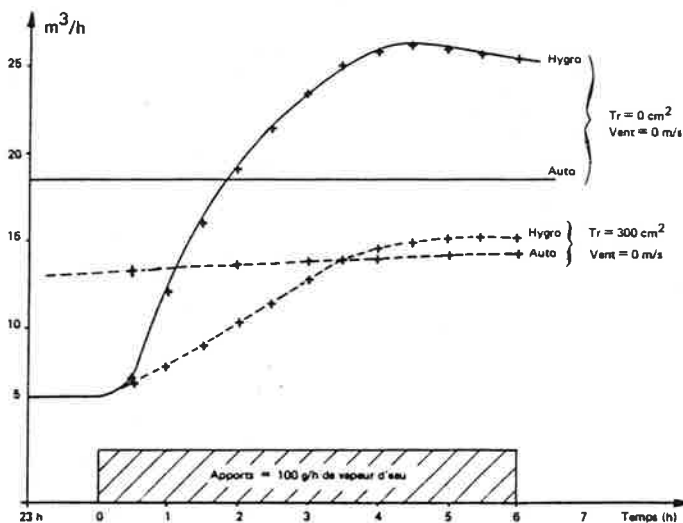


Figure 4 - Comparaison des débits d'air en chambre selon la perméabilité du logement.

Cependant il sera nécessaire d'effectuer des mesures de qualité d'air in situ pour s'assurer de la validité des résultats obtenus par simulation.

Conclusions

- La ventilation hygroréglable permet d'abaisser le débit de ventilation mécanique d'environ 50 % et par suite d'économiser environ 10 % de l'énergie nécessaire au chauffage d'un logement.

- Cette performance thermique est proche de celle d'une ventilation double flux mais devrait coûter moins cher à l'achat car moins complexe à installer.

- Les résultats thermiques peuvent varier sensiblement selon les conditions d'usage (température intérieure, apport d'eau).

- Quelques milliers de logements sont d'ores et déjà équipés en France d'un tel système. Des contrôles in situ concernant la fiabilité des matériels et l'incidence sur la qualité de l'air seront effectués en 85.