

# Ventilation mécanique contrôlée

## et la récupération d'énergie sur l'air extrait

1675



ir. M. Guillaume  
 Chef du Laboratoire  
 «Equipements thermique et sanitaire»  
 du C.S.T.C.

«Texte présenté à l'occasion de la journée d'information du 10 février 1984, organisée par GEOCAL S.A.»

### 0. EVOLUTION DES PROPRIETES THERMIQUES DE L'ENVELOPPE DES BATIMENTS

Depuis le début de la crise de l'énergie, les caractéristiques thermiques de l'enveloppe des bâtiments ont considérablement évolué. Cette évolution se réalise suivant les deux voies préférentielles que sont l'isolation thermique des parois extérieures et l'étanchéité à l'air de l'enveloppe extérieure.

Si, suivant le tableau de la figure 1, en 1970 un niveau d'isolation thermique de K 170 (suivant NBN B 62 301) était couramment obtenu, en 1984 par contre, nous atteignons facilement des niveaux voisins de K 50 et même inférieurs.

La diminution des niveaux d'isolation thermique ainsi que celle des taux de ventilation (en moyenne  $0,2 \text{ h}^{-1}$  au lieu de  $0,7 \text{ h}^{-1}$ ) ont permis de réduire dans une large mesure, les consommations d'énergie de nos bâtiments.

Aujourd'hui cependant, nous sommes tenus d'envisager, parallèlement à l'évolution normale des taux de renouvellement d'air, une évolution dite «obligée» dans le tableau de la figure 1, laquelle est caractérisée par des taux de renouvellement d'air nécessaires nettement supérieurs à ceux que l'on réaliserait normalement ( $0,2 \text{ h}^{-1}$  au lieu de  $0,7 \text{ h}^{-1}$ ).

Si les taux de renouvellement d'air très faibles que l'on peut obtenir ne représentent que les 22 % de la consommation annuelle d'énergie, les taux obligés, par contre plus élevés, représenteront au moins 50 % de cette consommation annuelle.

Finalement, le tableau de la figure 1 montre que dans des bâtiments bien isolés (K 51) et correctement ventilés, la récupération de chaleur sur l'air de ventilation extrait peut conduire à des réductions de consommation non négligeables.

### 1. VENTILATION NATURELLE

La ventilation naturelle est due d'une part au tirage thermique lié à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur, et d'autre part à l'action du vent sur l'enveloppe du bâtiment.

Les taux de renouvellement d'air (figures 2 et 3) croissent avec la vitesse du vent et de ce fait, ils sont incontrôlés.

L'étanchéité à l'air de l'enveloppe extérieure du bâtiment est importante et comme le montre la figure 2, selon l'étanchéité globale réalisée, un même vent peut créer des débits d'infiltration variant dans des proportions considérables.

|                                       |                       |               |                |                      |                      |
|---------------------------------------|-----------------------|---------------|----------------|----------------------|----------------------|
| Volume Chauffé                        |                       | V             | m <sup>3</sup> | 304                  |                      |
| Surface Enveloppe                     |                       | S             | m <sup>2</sup> | 337                  |                      |
| Compacité                             |                       | $\frac{V}{S}$ | m              | 0,9                  |                      |
|                                       |                       | 70            | 80             | 84 évolution normale | 84 évolution obligée |
| Niveau Isol. P transm.                | K kW                  | 170<br>18     | 85<br>8,5      | 51<br>5,3            | 51<br>5,3            |
| Ventil. B P ventil.                   | $\text{h}^{-1}$<br>kW | 0,7<br>2,3    | 0,7<br>2,3     | 0,2<br>0,7           | 0,7<br>2,3           |
| P totale P ventil. P totale           | kW<br>%               | 20<br>12      | 11<br>21       | 6<br>11              | 7,6<br>30            |
| Consom. tot. Cons. ventil. Cons. tot. | kWh<br>%              | 62000<br>15   | 30000<br>30    | 12000<br>22          | 18000<br>50          |

Figure 1

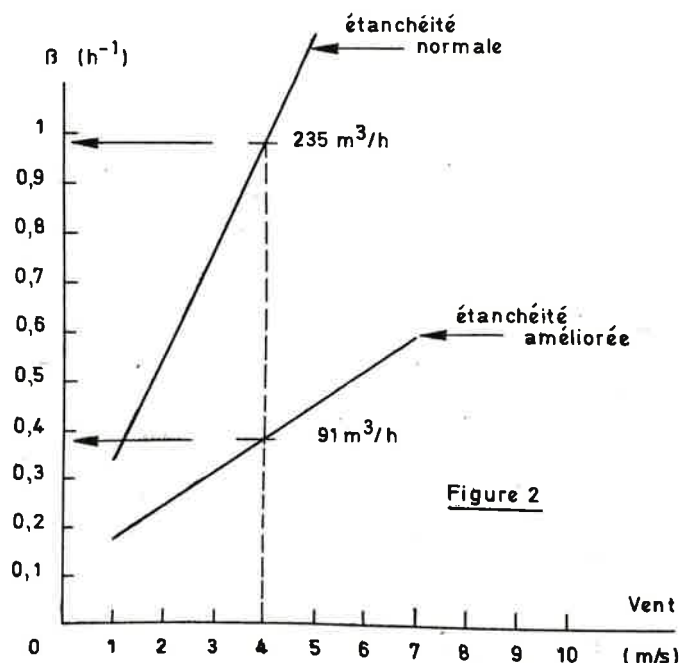
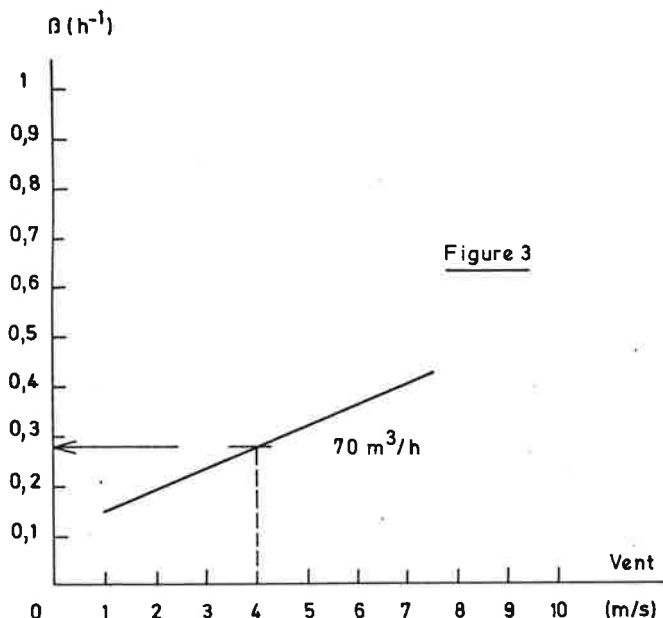


Figure 2



La figure 3 représente l'évolution du taux de renouvellement d'air d'une maison unifamiliale nouvellement construite et donc à étanchéité à l'air soignée; on y voit qu'un vent moyen de 4 m/s ne créera à l'intérieur de celle-ci qu'un taux de renouvellement légèrement inférieur à  $0,3\text{h}^{-1}$ .

## 2. BATIMENTS BIEN ISOLES THERMIQUEMENT

### 2.1. Avantages

Nous avons vu à la figure 1 que le principal avantage, lié aux niveaux d'isolation proches de K 50, est d'obtenir des consommations d'énergies faibles et même parfois très faibles.

Cette réduction de la consommation est due

- d'une part à la réduction des pertes vers l'extérieur
- d'autre part à la meilleure utilisation des énergies gratuites d'origines internes (l'occupation par exemple) et externes (l'ensoleillement).

Grâce aux apports gratuits, les besoins nets en énergie sont inférieurs aux déperditions calculées et l'écart entre eux est d'autant plus grand que l'isolation de l'enveloppe est plus poussée.

Ce fait est illustré à la figure 4 pour un bâtiment dont les déperditions calorifiques, calculées suivant DIN 4701 par  $-10^{\circ}\text{C}$  de température extérieure, sont de 6 kW.

Pour les températures extérieures les plus fréquentes (comprises entre  $4^{\circ}\text{C}$  et  $6^{\circ}\text{C}$ ), les besoins en énergie de ce bâtiment sont compris entre 1 et 2 kW.

### 2.2. Inconvénients

#### 2.2.1. Humidité intérieure et ponts thermiques

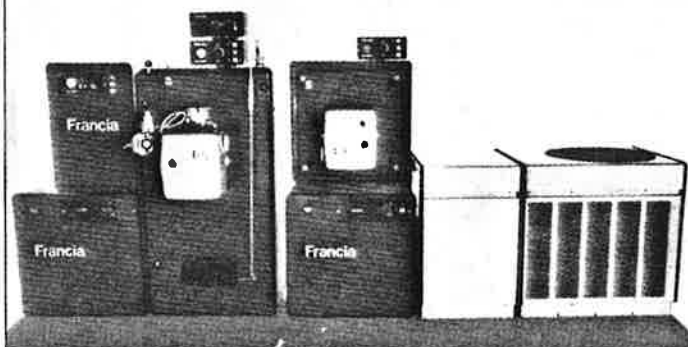
Du fait des faibles taux de ventilation naturelle, toute production interne de vapeur d'eau provoquera une augmentation importante de l'humidité absolue de l'air.

A titre d'exemple, citons quelques ordres de grandeur de production de vapeur d'au:

- 1 personne adulte: 50 g/h
- cuisson: 1000-2000 g/h

# LES THERMIBOX Francia

Une réponse aux impératifs énergétiques d'aujourd'hui et de demain.



DISTRIBUTEUR POUR  
LA BELGIQUE ET LE LUXEMBOURG

## FRANCIA - DIFFUSION

DIFFUSION EUROPEENNE DE  
CHAUFFAGE S.P.R.L.

10, rue Feral - 5770 Ham s/Sambre  
Tél. 071/78 66 68 - 78 88 56

### AGENCES:

- LIEGE : • FRANCIA-LIÈGE  
Rue Grande Bèche 21, 4000 Liège  
Tél. 041/43 20 56 - 43 24 03
- BRABANT: • FRANCIA - BRUXELLES  
ETS RUYMEN  
145, Rue Rodenbach Bt. 9  
1180 BRUXELLES  
Tél. 02/343 22 21
- FRANCIA VILVOORDE  
B.M.C. S.P.R.L.  
Schapulierstraat  
1800 Vilvoorde  
Tél. 02/252 39 32

### DÉLÉGUÉS TECHNIQUES:

- G. Koch 081/30 16 21 (Namur)
- A. de Vos 02/426 66 71 (Bruxelles)

### EN STOCK:

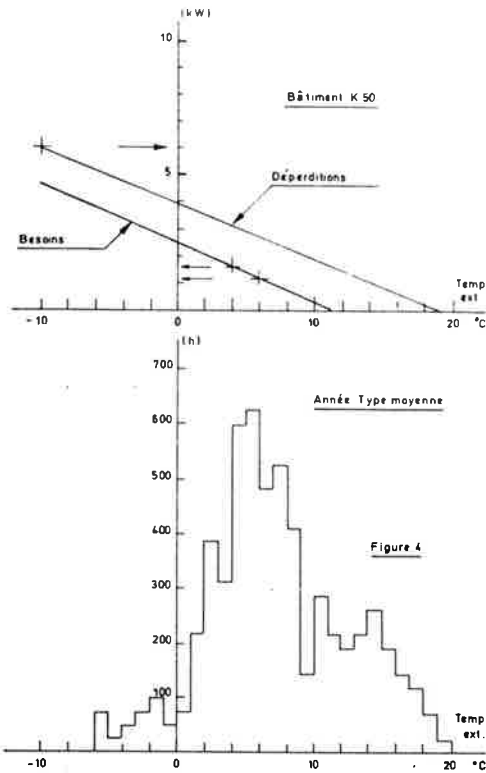
TOUTES PIÈCES DE RECHANGES FRANCIA-HOVAL'



N° 1 du  
Chauffage Central  
Acier

Les  
THERMIBOX  
Label Français  
d'Esthétique  
Industrielle

Les Thermibox sont garanties 5 ans pièces et main d'oeuvre par contrat.

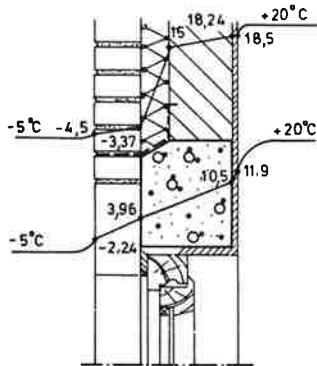


Bâtiment K 50

Année Type moyenne

Figure 4

- salle de bain : 200-300 g/h
  - combustion de 1 Nm<sup>3</sup> de gaz naturel : 1400 g/h
  - four d'une cuisinière au gaz : 700 g/h
- Cette vapeur d'eau sera susceptible de se condenser sur les ponts thermiques éventuels dont un exemple classique (linteau de fenêtre) est représenté à la figure 5; des ponts thermiques de ce type peuvent être évités dès la conception du bâtiment.



Exemple de Pont Thermique

Figure 5

Cependant, en l'absence de ponts thermiques sur les parois opaques, ce sont les doubles vitrages qui deviennent les parois les plus froides; la figure 6 montre que pour des températures extérieures comprises entre -10°C et +5°C, la face intérieure du double vitrage peut atteindre des températures comprises entre 8,7°C et 14,4°C pouvant provoquer la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air ambiant. Afin d'éviter l'apparition de cette condensation, il faudra diminuer la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air ambiant, et pour cela, il faudra introduire une quantité d'air extérieur de ventilation qui dépendra de la température intérieure de 20°C.

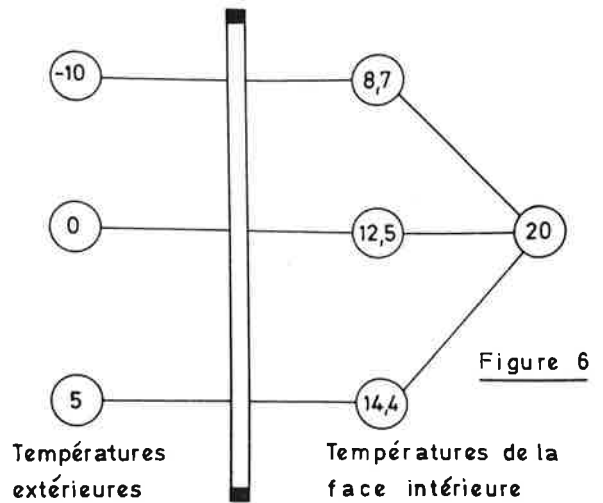


Figure 6

Températures extérieures      Températures de la face intérieure

**Double Vitrage**

Pour une production de vapeur d'eau équivalent à celle de deux personnes (soit 0,1 kg/h), les débits minima d'air extérieur nécessaires pour éviter toute condensation sur les doubles vitrages sont donnés à la figure 8; en considérant l'exemple d'une pièce de 40 m<sup>3</sup> occupée par 2 personnes, ces débits d'air correspondent à des taux de renouvellement d'air compris entre 0,4 h<sup>-1</sup> et 0,7 h<sup>-1</sup> suivant la température intérieure. Cette figure 9 montre que les taux les plus faibles correspondent aux températures intérieures les plus élevées et l'on comprend dès lors pourquoi ces problèmes de condensation sont le plus souvent rencontrés dans des pièces non chauffées et très peu ventilées.

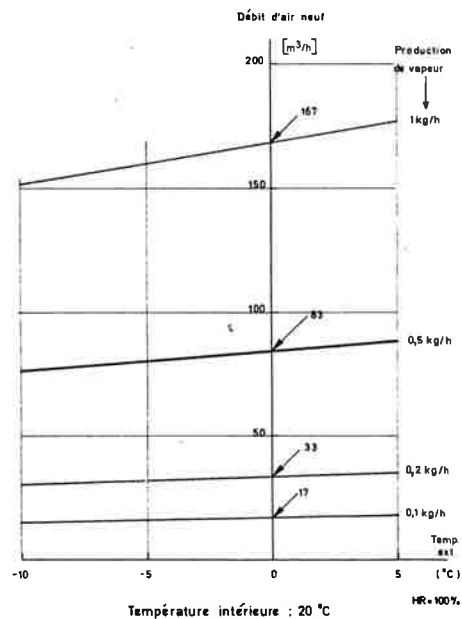


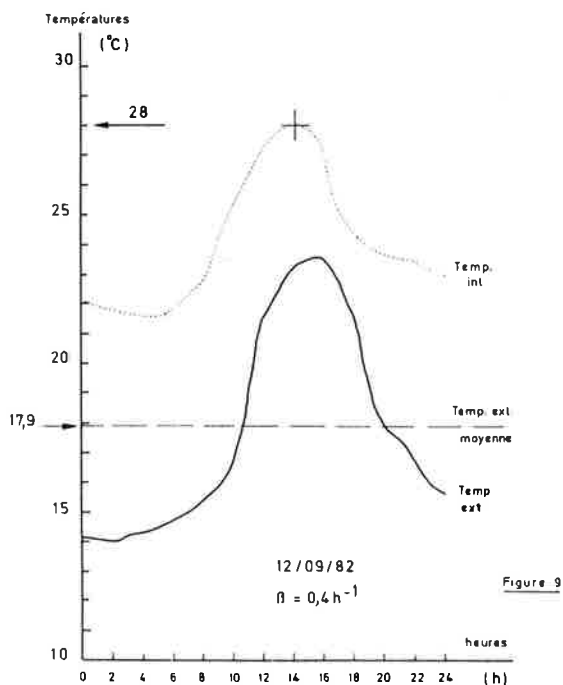
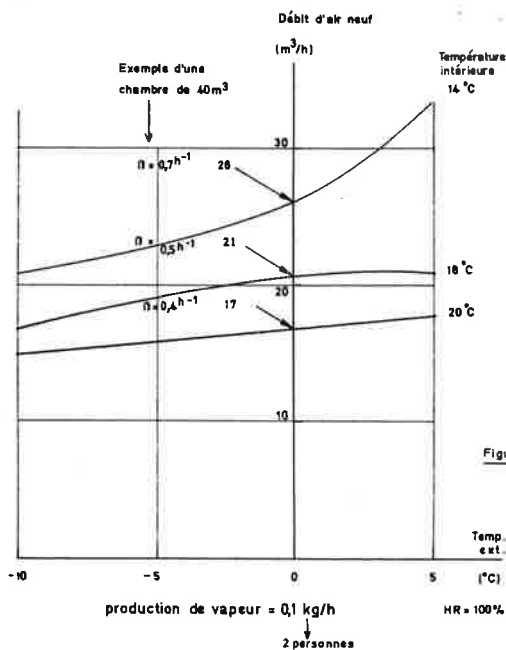
Figure 7

**2.2.2. Phénomènes de surchauffe**

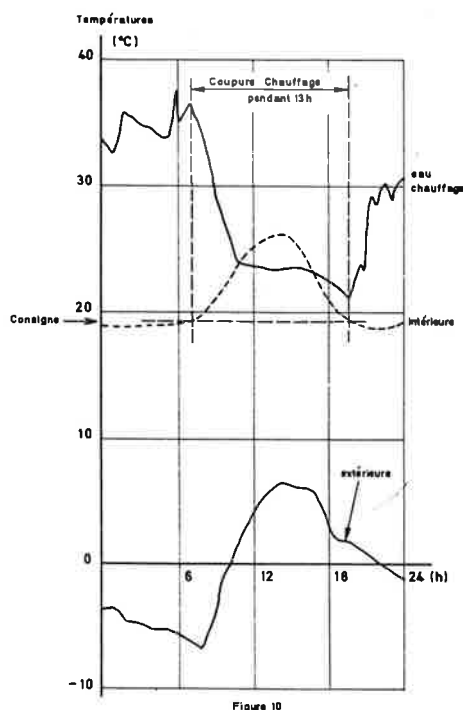
La figure 4 montre que les besoins en énergie des bâtiments à faibles niveaux d'isolation (voisins de K50 et certainement inférieurs à K70) peuvent être nuls à partir de températures extérieures voisines de 12°C en moyenne journalière. Au-delà de ces valeurs, des surchauffes importantes peuvent se produire comme le montre bien la figure 8 reprenant une évolution journalière de température intérieure dans le même bâtiment que celui de la figure 4. On y voit qu'un maxima de température de 28°C

est atteint au début de ce que serait la saison, de chauffe (12 septembre 1982) d'un bâtiment non isolé ; ce jour-là, la température extérieure moyenne journalière était de 17,9°C et le taux de ventilation n'était que de 0,4 Vol/h. On aurait pu, grâce à une ventilation adéquate, réduire la température intérieure par introduction d'air extérieur.

Les apports gratuits externes (ensoleillement) apparaissent également en période hivernale et peuvent, si l'installation de chauffage est conçue à cet effet, conduire à d'importantes économies d'énergie par mise à l'arrêt de la chaudière pendant de nombreuses heures.



Ce fait est illustré à la figure 10 où l'on voit que pendant un jour d'hiver à fort ensoleillement (118W/m<sup>2</sup> sur une surface horizontale, valeur qui est proche de l'ensoleillement théorique par ciel serein) le chauffage fut coupé pendant 13h et ce, malgré le fait que la température extérieure oscillait entre -6°C et 6°C.



### 2.2.3. Etanchéité à l'air et tirage naturel

Deux grands principes sont à la base du tirage naturel ; en effet, celui-ci

- est dû à la différence de masse volumique entre l'air extérieur et l'air et/ou les gaz de combustion intérieurs
- ne peut se réaliser que si l'air et/ou les gaz de combustion s'échappant du bâtiment, est compensé par une quantité équivalente d'air extérieur entrant dans le bâtiment.

Si le premier principe est bien connu, il semblerait que le second soit oublié puisque actuellement on continue à placer, dans des bâtiments très étanches à l'air, des équipements raccordés à des conduits en tirage naturel.

A ce sujet, il est bon de se remémorer les quantités d'air nécessaires à certains équipements et/ou occupants :

- Occupants :  
10 m<sup>3</sup>/h par occupant non fumeur  
20 m<sup>3</sup>/h par occupant fumeur
- Chaudières :  
± 1 m<sup>3</sup>/h par tranche de 1200W de puissance  
Ex : une chaudière de 24000 W nécessitera 20 m<sup>3</sup>/h.
- Foyers ouverts : 720 m<sup>3</sup>/h pour 1 m<sup>2</sup> d'ouverture lumineuse
- Hottes de cuisines mécaniques ou VMC : 90-300 m<sup>3</sup>/h.

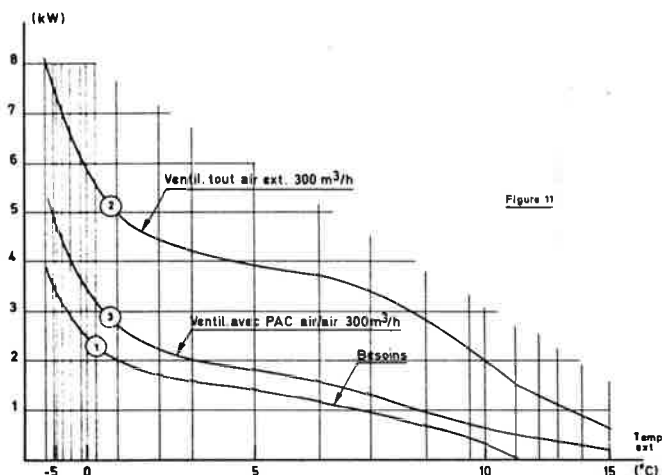
On remarquera que si les infiltrations d'air des bâtiments étanches que nous construisons actuellement suffisent à fournir l'air frais nécessaire aux occupants, il n'en est plus de même pour les équipements grands consommateurs d'air que sont les foyers ouverts et les hottes de cuisine.

Il est d'ailleurs fréquent de nos jours, de voir les fumées d'un feu ouvert quitter l'avaloir du foyer pour pénétrer dans le local et se diriger ensuite en ligne droite vers la hotte de cuisine lorsque celle-ci est mise en service.

### 3. VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE - DOUBLE FLUX

Des deux paragraphes précédents, il ressort qu'avec l'étanchéité à l'air accrue des nouveaux bâtiments, les taux d'infiltration d'air dus au tirage thermique et à l'action du vent sont faibles et incontrôlés. Ils sont souvent insuffisants pour remédier aux problèmes

- de condensation sur les vitrages et les ponts thermiques
- de surchauffes en été et en mi-saison
- d'aération des locaux contenant des équipements grands consommateurs d'air.



Par contre, le tableau de la figure 1 le montre, les taux de renouvellement d'air importants, de l'ordre de 0,7 à 1h<sup>-1</sup>, seront responsables, s'ils sont réalisés avec de l'air à la température extérieure, de la moitié de la consommation annuelle d'énergie pour le chauffage des bâtiments.

Dans de tels bâtiments, seule une ventilation mécanique permettra de réaliser les taux de ventilation désirés en les contrôlant d'autant mieux que l'étanchéité de ces bâtiments est grande.

De plus, si cette VMC est à double flux, elle permettra l'utilisation de récupérateurs statiques ou thermodynamiques lesquels auront pour effet de réduire la part de consommation d'énergie due à la ventilation.

Afin de traiter un exemple permettant d'estimer la réduction de consommation réalisée par un récupérateur de chaleur, considérons le cas du bâtiment décrit thermiquement à la figure 4.

La courbe monotone des besoins d'énergie de ce bâtiment compte tenu du nombre d'heures d'apparition des températures extérieures (dans ce cas les deux graphiques de la figure 4 sont confondus) est donnée à la figure 11 (courbe 1).

En réalisant une ventilation de 300 m<sup>3</sup>/h, soit pour ce bâtiment un taux de renouvellement d'air proche de 1h<sup>-1</sup>, la monotone des besoins devient la courbe 2 (tout air extérieur de 300 m<sup>3</sup>/h) correspondant à une quantité d'énergie 2,22 fois plus grande que celle de la courbe 1. Par contre, si cette ventilation est réalisée à l'aide d'une VMC double flux avec pompe à chaleur comme récupérateur de chaleur (COP supposé constant et égal à 3), la monotone devient la courbe 3 assez proche de la courbe des besoins minima et correspondant à une quantité d'énergie 1,44 fois plus grande que celle de la courbe 1.

**STEINEN**  
Gicleurs pour brûleurs à mazout  
Verstuivers voor oliebranders



**Importateur exclusif**  
**Alleeninvoerder**

S.A. Soc. Com.  
**SOVAC**  
Handelmij N.V.  
Av. G. Benoîtlaan, 21  
B-1170 Bruxelles  
Tél. : 02/672.20.62-673.00.18  
Tlx : 62.706

Documentation générale sur demande.  
Algemene dokumentatie op vraag.

#### perles de chaleur des conduits

soit un conduit : diamètre 100 mm  
Vitesse min. 5 m/s  
débit : 15 m<sup>3</sup>/H  
Température air : 37°C

**non isolé** perte = 2W/m<sup>0</sup> K  
situé dans des combles à 5°C, perte : 66 W/m  
si la longueur = 3 m  
le rendement du transport est de 50 %

**isolé** 2 cm, λ = 0,04 W/m<sup>0</sup> K  
perte = 0,3 W/m<sup>0</sup> K  
situé dans des combles à 5°C, perte 9,6 W/m  
si la longueur = 20 m  
le rendement du transport est de 50 %

Figure 12

Ainsi, on remarquera que l'utilisation

- d'une pompe à chaleur comme récupérateur de chaleur permettra de réduire de 54 % la consommation par rapport au système sans récupérateur
- d'une VMC double flux avec récupérateur thermodynamique n'augmente les besoins minima que de 44 % (courbe 3) au lieu de 222 % ce qui est le cas du système sans récupérateur.

Pour ce qui concerne les principes des VMC simple et double flux, nous renvoyons le lecteur aux notes NIT 106 et 119 du C.S.T.C.

#### 4. PIEGES DE LA VMC DOUBLE FLUX

##### 4.1. Pertes de chaleur par les conduits

Il faudra à tout prix éviter les pertes d'énergie par les conduits

- des circuits d'extraction en amont du récupérateur
  - des circuits de pulsion en aval du récupérateur.
- L'exemple de la figure 12 montre qu'un même rendement de distribution de 50 % peut être obtenu
- soit par 3m de conduit non isolé
  - soit cette fois, par 20m de conduit isolé par un isolant de 2 cm d'épaisseur et d'un  $\lambda$  de 0,04 W/m<sup>2</sup>K.

##### 4.2. Mélanges tirage naturel - VMC

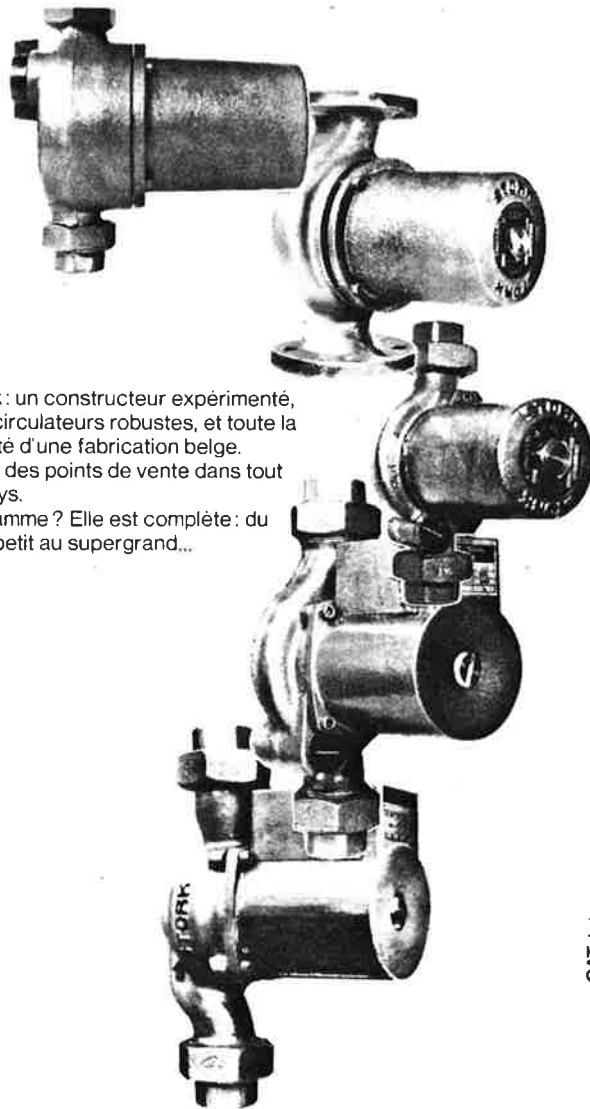
L'expérience montre qu'il y a incompatibilité entre le tirage naturel et le tirage forcé de la VMC.

En cas d'utilisation conjointe de ces deux types dans un même bâtiment, il y a de fortes chances pour que ce soit toujours la VMC qui l'emporte sur le tirage naturel ce qui créera des problèmes

- de tirage des cheminées
- de fonctionnement de feux ouverts et poêles individuels prenant leur air comburant dans l'ambiance intérieure
- de refoulements de chaudières souvent constatés avec des chaudières gaz à brûleur atmosphérique.

**NDLR:** Le texte présenté ci-dessus est complémentaire à la Note d'Information Technique n° NIT 153 «Problèmes d'humidité dans les bâtiments. Causes des dégradations, ponts thermiques, climat intérieur. Données pour la conception et l'exécution des bâtiments, conditions d'occupation des bâtiments», publiée par le CSTC et dont un résumé a été présenté dans ETB-TUG n° 566 d'octobre 1984, p. 37.

# CIRCULATEURS STORK CIRCULATORIEN



Stork: un constructeur expérimenté, des circulateurs robustes, et toute la qualité d'une fabrication belge. Avec des points de vente dans tout le pays. La gamme? Elle est complète: du tout petit au supergrand...

De robuuste en kwaliteits-circulatorien van de ervaren Stork. Belgisch van fabrikaat. Met verkooppunten over gans het land. Een volledig assortiment, van klein tot supergroot.



**Les pompes Stork: la solution qui s'impose!**  
**Als een pomp de oplossing is, is een Stork de beste!**

## POMPES STORK POMPEN

societe anonyme - naamloze vennootschap  
75. Rue Steyls 1020 Bruxelles - Steylsstraat 75. 1020 Brussel  
TEL (02) 425 96 20 - TELEX 217 49