

# les économies d'énergie des rideaux d'air : mythe ou réalité ?

Etude montrant que la résistance physique d'un rideau d'air est nulle et que sa véritable fonction est de conditionner l'air entrant.

**O. MULLER**  
Directeur  
Société BIDDLE

Les premières recherches fondamentales sur le fonctionnement des rideaux d'air ont été effectuées en 1988 dans l'un des plus grands centres de recherche européens, le TNO aux Pays-Bas. A l'aide de logiciels de simulations et d'essais en soufflerie, on avait pu alors optimiser les conditions de conception et d'installation de ces appareils<sup>(1)</sup>.

Une autre étude approfondie a été commandée à ce centre de recherche pour quantifier les économies d'énergie générées par les rideaux d'air. Cette étude s'est achevée en décembre 1995, elle est intitulée "Energy analysis of an air curtain"<sup>(2)</sup>.

## Un magasin simulé sur ordinateur

Le centre de recherche appliquée TNO a donc recréé, sur un logiciel de simulation aérodynamique, un magasin dont le volume est de 392,5 m<sup>3</sup> avec un taux de renouvellement d'air de 2. Chaque heure, 785 m<sup>3</sup> d'air (froid, en hiver) pénètrent par

l'ouverture. Les dimensions de l'ouverture sont : 2 m de hauteur et 1,5 m de largeur. La température extérieure est de 5°C et l'intérieur est maintenu à 20°C.

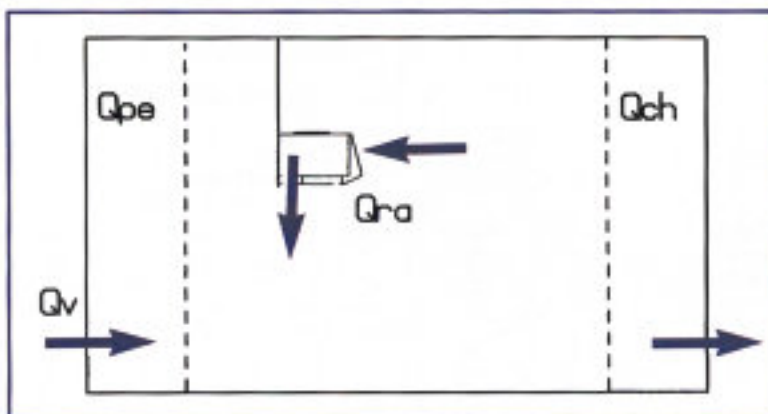
Pendant l'expérience, ces températures sont maintenues constantes. De plus interviennent deux autres paramètres : l'apport de chaleur du rideau d'air et la chaleur "perdue" nécessaire à la ventilation du magasin. Ayant une grille de 2 m x 0,06 m, la vitesse de soufflage est de 3 m/s et la température du jet de 35°C. Dans tous les cas, le taux de ventilation est identique et ne peut pas être influencé par le rideau d'air (la résistance physique d'un rideau d'air est quasi nulle). Les situations étudiées découlent de l'interférence de ces quatre paramètres : intérieur, extérieur, apport du rideau d'air, pertes dues à la ventilation du magasin.

Sur la base du modèle, six situations ont été étudiées :

- > Situation sans rideau d'air.
- > Situation avec un rideau d'air.
- > Rideau d'air avec un degré de turbulence faible.
- > Rideau d'air avec un degré de turbulence élevé.
- > Rideau d'air avec une vitesse de soufflage plus élevée (4 m/s).
- > Rideau d'air avec une vitesse de soufflage plus élevée (4 m/s) et une température plus basse (30°C).

## Les résultats

Le tableau 1 (page suivante) résume les résultats obtenus dans ces six situations, chacune étant ensuite analysée séparément.



(1) Voir article de mai 92 (CFP n° 536).

(2) Etude réalisée à l'initiative de la société BIDDLE

## ••• Les économies d'énergie des rideaux d'air : mythe ou réalité ?

La colonne Qv indique la quantité de chaleur perdue par la ventilation du local. Pour toutes les situations la quantité est constante.

La colonne Qra montre l'apport de chaleur du rideau d'air. Ce résultat ne varie qu'en fonction de la vitesse ou de la température du jet.

La colonne Qch indique la quantité de chaleur nécessaire au chauffage du local pour maintenir une température de 20°C. Dans la réalité on devrait ajouter l'énergie nécessaire pour compenser les pertes par transmission.

La colonne Qpe indique la quantité d'énergie nécessaire à maintenir la température extérieure à 5°C, ou encore la quantité d'énergie perdue vers l'extérieur.

La colonne N résulte du rapport entre les pertes avec un rideau d'air (situation 2 à 6) et les pertes sans rideau d'air.

Par exemple, dans la situation 2 la perte est de 1030 W, N est alors égale à :  $(1-1030) / 4577$  soit 77%.

La colonne R montre la relation entre la quantité de chaleur apportée par le rideau d'air et celle nécessaire à réchauffer le volume d'air entrant : colonne Qra divisée par Qv. En théorie, environ 20% de l'énergie apportée à un rideau d'air performant sont perdus à l'extérieur. De plus, les recherches précédentes ayant montré qu'un rideau d'air doit produire 1,2 fois l'énergie nécessaire à réchauffer le volume d'air entrant, dès que l'on dépasse ce ratio de 1,2 le surplus d'énergie bénéficie au chauffage du local.

### L'optimisation des économies

#### • Situation 1 : Sans rideau d'air

En raison de la ventilation naturelle du bâtiment, 2126 W sont perdus vers l'extérieur et 4577 W sont également perdus à travers l'ouverture.

Figure 1

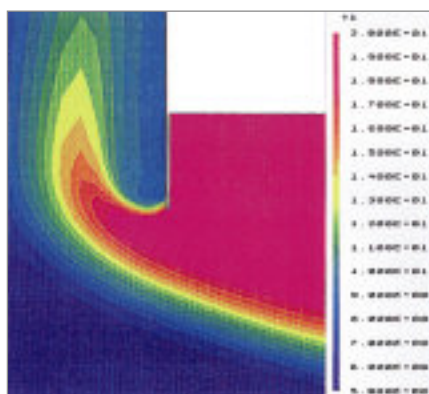


Figure 2

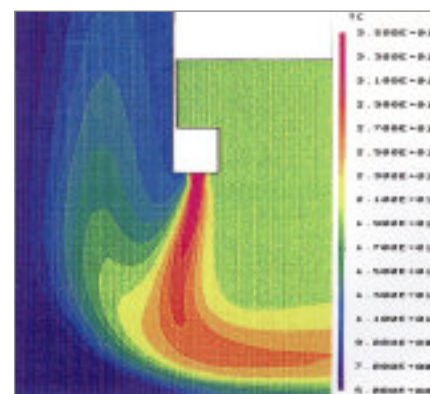


Figure 3

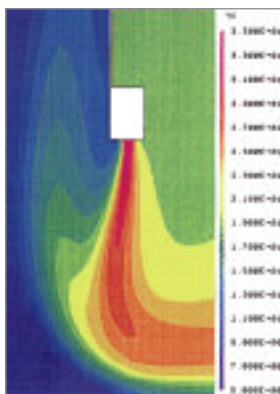


Figure 4

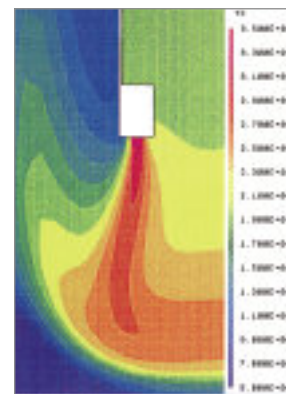


Figure 5

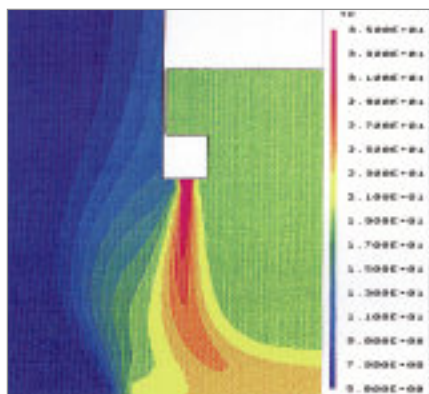
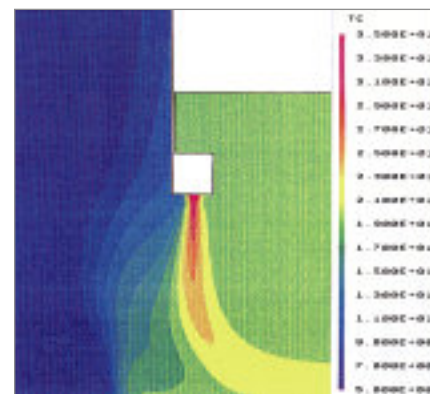


Figure 6



Le besoin en chauffage du magasin est de 6610 W (la différence de 93 W est due à la nature de la simulation, et identique dans tous les essais).

Le diagramme des isothermes (figure 1) montre que la chaleur s'échappe par la partie supérieure de l'ouverture et monte verticalement dès sa sortie. L'air froid rentre le long du sol.

#### • Situation 2 : Avec rideau d'air

Le rideau d'air apporte 3410 W. La somme de la perte vers l'extérieur de 1030 W et de la perte due à la ventilation du local de 2126 W reste inférieure à l'énergie apportée par le rideau d'air. La différence est une contribution du rideau d'air au chauffage du local (voir figure 2).

Situation	Ventilation Qv (W)	Rideau d'air Qra (W)	Chauffage Qch (W)	Perte Qpe (W)	Réduction N (%)	Apport R
1	-2126	-	6610	-4577		
2	-2126	3510	-427	-1030	77	1,65
3	-2126	3510	-540	-907	80	1,65
4	-2126	3510	396	-1763	61	1,65
5	-2126	4360	-1772	-389	92	2,05
6	-2126	3120	-773	-255	94	1,47

## ••• Les économies d'énergie des rideaux d'air : mythe ou réalité ?

### • Situation 3 : Rideau d'air avec un degré de turbulence faible

Au cours des essais, le degré de turbulence peut être réglé. Il est possible de faire varier la taille des turbulences et la variation des vitesses à l'intérieur du jet. En utilisant un redresseur de jet, ces deux paramètres peuvent être maintenus faibles.

Pour les autres essais, les paramètres sont identiques à ceux de l'essai 2. On constate une amélioration substantielle du rendement (80%) grâce à un réducteur de turbulences (voir figure 3).

### • Situation 4 : Rideau d'air avec un degré de turbulence élevé.

Au cours de cet essai, la situation inverse est testée : le jet est plus turbulent. On remarque clairement (figure 4) que près du double de watts sont perdus vers l'extérieur : 1763 W contre 907 W dans l'essai 3. Les conséquences sur le rendement sont considérables :

- > le jet est plus divergent,
- > la diminution de la température est plus rapide,
- > une partie plus importante de la chaleur est perdue à l'extérieur.

Le rideau d'air de l'essai 3 fonctionne nettement mieux.

### • Situation 5 : Rideau d'air avec une vitesse de soufflage plus élevée (4 m/s)

En augmentant la vitesse, la quantité de chaleur générée par le rideau d'air aug-

mente également. D'ailleurs  $R$  est  $> 2$ . Le rendement s'accroît considérablement, la perte vers l'extérieur n'est plus que de 8% par rapport à la situation 1 ( $N$  est de 92%). On remarque clairement sur le diagramme des isothermes (figure 5) que le jet reste convergent jusqu'au sol et que le froid n'entre pas dans le magasin. L'air froid au sol, plus lourd, empêche l'air chaud de sortir.

### • Situation 6 : Rideau d'air avec une vitesse de soufflage plus élevée (4 m/s) et une température plus basse (30°C)

Une température de soufflage plus basse ralentit la montée de l'air chaud et diminue le surplus d'énergie apportée en comparaison des besoins liés à la ventilation.  $R$  est alors de 1,47. Bien que le rendement soit très élevé (94%), le rideau d'air continue à contribuer en plus au chauffage du local (figure 6).

## Conclusions

En utilisant un rideau d'air équipé d'un redresseur de jet, les pertes d'énergies par la porte (sans rideau d'air) peuvent être réduites de 94%.

Plus la température du jet est faible, meilleurs sont la configuration du jet et le fonctionnement du rideau d'air. Il est important d'apporter un peu plus d'énergie que nécessaire pour réchauffer l'air entrant mais les essais ont montré que, bien que faible, la température du jet permettait de maintenir le confort souhaité.

La diminution de la température du jet est limitée par le facteur "confort" sous le jet. Une vitesse minimale est nécessaire pour réaliser une bonne pénétration dans l'espace (4 m/s à 2 m de hauteur). Les recherches précédentes ont également montré qu'une vitesse excessive était synonyme de pertes d'énergie et de mauvais conditionnement de l'air entrant.

Le degré de turbulence du jet du rideau d'air est crucial pour une bonne efficacité : un jet rectifié peut réduire les pertes vers l'extérieur de 50%.

Signalons enfin que deux autres études, l'une réalisée par le BSRIA, organisme de recherches britanniques, l'autre par EdF, ont été menées sur le même sujet.

Ces études confirment les résultats précédents et montrent toutes deux que la résistance physique d'un rideau d'air est nulle et que sa véritable fonction est de "conditionner" l'air entrant.

De plus, l'étude d'EdF « pour un local climatisé de 315 m<sup>3</sup> en pays chaud » montre que le rideau d'air permet des économies en climatisation de l'ordre de 20%. ■

21, allée des Vendanges  
77183 Croissy-Beaubourg  
Tél.: 01 64 11 15 55 - Fax: 01 64 11 15 68  
e-mail: [contact@biddle.fr](mailto:contact@biddle.fr) - [www.biddle.fr](http://www.biddle.fr)

