

Rideaux d'air

Une solution pour réguler débit et température



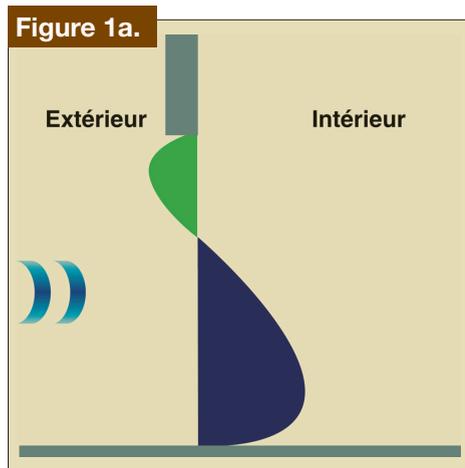
À l'heure où l'automatisation conquiert tous les domaines, les rideaux d'air bénéficient aussi des techniques modernes de régulation. Mais comment réguler un dispositif qui dépend non seulement de la manière dont il est configuré, mais également des conditions environnantes ? Cet article décrit la technologie Chips mise au point par Biddle, fabricant de rideaux d'air installés au-dessus de portes ouvertes. Son intérêt : une efficacité de séparation climatique, associée à une faible consommation d'énergie. Elle apporte également du confort dans des conditions changeantes, sans ajustement manuel.

Par Ir. B.E. Cremers (Biddle bv – Kootstertille, Pays-Bas)

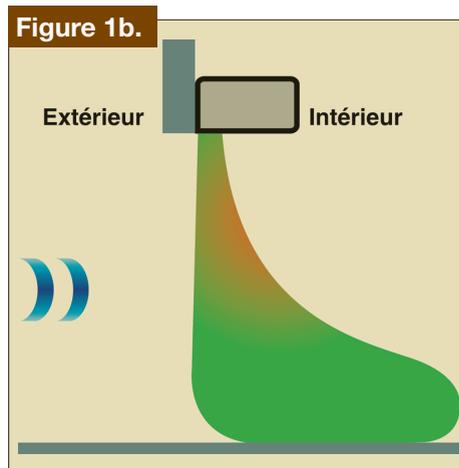
1 - Fonctionnement optimal d'un rideau d'air

Une ouverture sans rideau d'air est traversée par un flux d'air, souvent bidirectionnel, dû à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur (**figure 1a**). L'air chaud s'échappe vers l'extérieur par le haut de la porte ouverte, ce qui se traduit par une perte d'énergie. L'air sortant est compensé par de l'air froid provenant de l'extérieur, ce phénomène étant accentué par le courant d'air froid résultant d'une pression plus basse à l'intérieur du bâtiment.

Un rideau d'air est un dispositif climatique utilisé pour réduire les effets indésirables d'une porte ouverte. Configuré de manière optimale, comme sur la **figure 1b**, il aspire l'air intérieur du bâtiment et l'y resouffle, réduisant de ce fait la consommation d'énergie. Ce système évite aussi les effets indésirables des courants d'air, car l'air extérieur pénétrant dans le bâtiment est réchauffé. L'air soufflé est réchauffé à l'intérieur de l'appareil par un échangeur à eau chaude, une batterie électrique, une pompe à chaleur, ou une combinaison des trois.



Mouvement de l'air à travers une porte ouverte sans rideau d'air.



Mouvement de l'air à travers une porte ouverte avec rideau d'air.

2 - Rideau d'air à régulation automatique

Il se place dans les entrées de magasins ou de bâtiments publics (**figure 2**). Contrairement aux rideaux d'air à réglage manuel, la portée du jet soufflé et la puissance de chauffage d'un rideau d'air à régulation automatique sont déterminées non pas par l'utilisateur, mais par un programme intelligent associé à des capteurs. Le rideau d'air peut être allumé ou éteint par un interrupteur de contact sur la porte ou au moyen d'un programmeur relié à un boîtier de commande.

Le capteur de température extérieur et les capteurs intégrés au rideau d'air transmettent des informations sur les conditions auxquelles le rideau doit

s'adapter. Les informations actualisées relatives aux conditions ambiantes et les paramètres du rideau d'air sont utilisés en temps réel et en continu par le programme pour assurer en permanence une configuration correcte du rideau d'air. Un rideau d'air ainsi régulé améliore l'efficacité de séparation, consomme moins d'énergie et permet de bénéficier d'un meilleur confort.

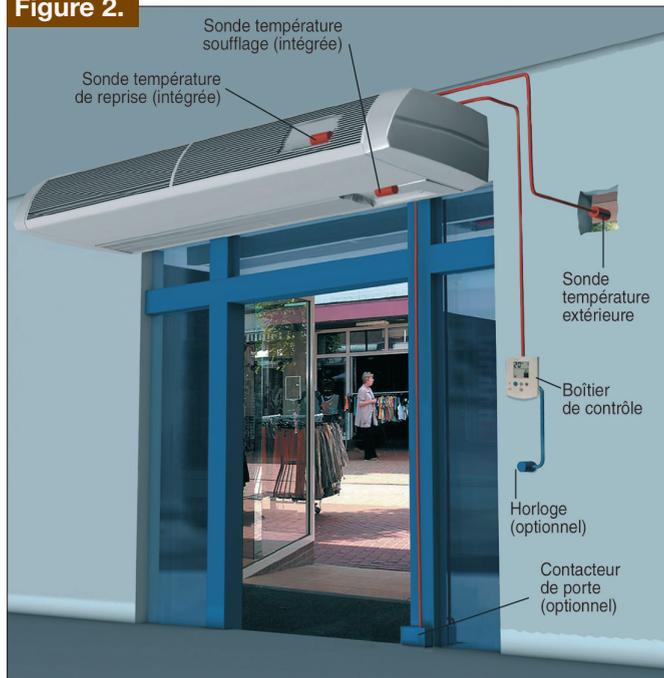
3 - La technologie Chips

La technologie utilisée par les rideaux d'air à régulation automatique est appelée technologie Chips (Corrective heating and impulse prediction system - système prédictif de la portée et correction du chauffage du jet d'air). Elle consiste à réguler séparément la position de soufflage (déterminant la portée) et la puissance de chauffage (déterminant la température) du rideau d'air, en fonction des conditions ambiantes variables d'une porte ouverte.

Prenons un exemple pour expliquer ce fonctionnement. Lorsque l'intérieur du bâtiment est caractérisé par une pression négative importante, le rideau d'air doit avoir une portée suffisante pour que l'air soufflé atteigne le sol, et une puissance de chauffage suffisante pour chauffer l'air entrant.

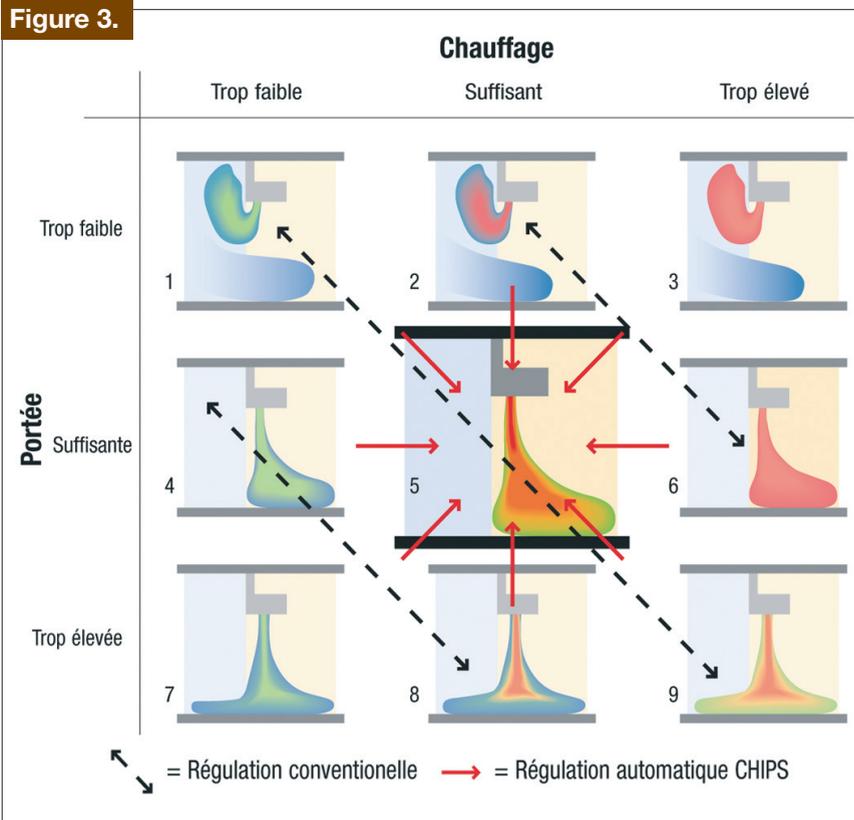
À mesure que la pression négative diminue, le rideau d'air doit réduire la puissance de chauffage et il peut diminuer la position de soufflage, puisqu'il a besoin d'une portée moindre pour atteindre le sol. Toutefois, le soufflage et la puissance de chauffage ne doivent pas être baissés de la même amplitude. En effet, si la dépression disparaît, bien que le chauffage de l'air soufflé puisse être diminué pour atteindre jusqu'à zéro, l'air doit toujours être soufflé avec une portée suffisante pour atteindre le sol. Il est donc essentiel de connaître en permanence les réglages du rideau d'air et les conditions ambiantes. La posi-

Figure 2.



Rideau d'air à régulation automatique au-dessus d'une entrée de magasin. Détail des composants.

Figure 3.



Fonctionnement d'un rideau d'air en fonction de la portée du jet d'air et de la puissance de chauffage. La régulation traditionnelle est représentée par les flèches à pointillés noirs, tandis que la régulation automatique Chips est représentée par les flèches rouges.

tion de soufflage et la puissance de chauffage doivent être réglées séparément en fonction des variations des conditions ambiantes. Des explications complémentaires sur la portée et le chauffage d'un rideau d'air sont données dans la bibliographie, à la fin de l'article, référence 1.

4 - Schéma de fonctionnement d'un rideau d'air

Pour mieux comprendre la technologie Chips, il est important de connaître le schéma des flux d'air dans une ouverture en fonction des différents réglages d'un rideau d'air manuel. Ces flux d'air sont représentés sur la **figure 3**.

Lorsque la portée est trop faible (situations 1, 2 et 3), le flux d'air soufflé n'atteint pas le sol. L'air chaud s'échappe vers l'extérieur, tandis que l'air froid continue d'entrer sans difficulté dans le bâtiment. Lorsque la portée est trop élevée (situations 7, 8 et 9), le flux d'air soufflé s'écrase sur le sol. Une partie de l'air chauffé par le rideau s'échappe à l'extérieur, ce qui se traduit par une moindre efficacité de séparation climatique (voir également en bibliographie les références [2] à [5]).

La portée du rideau doit être juste suffisante pour que le flux d'air atteigne le sol, comme dans les situations 4, 5 et 6. L'efficacité de séparation est ainsi maximale et le chauffage de l'air profite intégralement au confort intérieur.

Une fois la vitesse de soufflage correctement réglée, la température de chauffage doit être ajustée en fonction des conditions ambiantes, pour fournir un niveau de confort optimal à l'intérieur du bâtiment (situation 5).

Un rideau d'air équipé de la technologie Chips ajuste continuellement ses réglages en fonction des conditions ambiantes mesurées, de façon à se maintenir en permanence au centre, c'est-à-dire dans la position optimale du schéma de fonctionnement ; ceci est illustré par les flèches rouges.

À titre de comparaison, le schéma de régulation d'un rideau d'air

dépourvu de la technologie Chips est également indiqué sur le schéma. Dans ce cas, vitesse de soufflage et puissance de chauffage sont ajustées simultanément par modification de la vitesse du ventilateur.

Ce fonctionnement est illustré sur le schéma par les lignes fléchées à pointillés noirs. Les inconvénients d'un tel système peuvent être démontrés à l'aide de deux exemples. Le premier exemple est celui d'un rideau d'air dans la situation 4. L'air atteint le sol mais il n'est pas assez chaud : le confort est dégradé. À l'aide du régulateur de vitesse du ventilateur, la température de chauffage et la portée augmentent, faisant passer le rideau dans la situation 8 : il fait meilleur à l'intérieur, mais beaucoup d'énergie est perdue inutilement via le sol.

Le second exemple est celui d'un rideau d'air dans la situation 6. L'air atteint le sol, mais il est trop chaud pour apporter le confort nécessaire. Grâce au régulateur de vitesse du ventilateur, la température de chauffage et la portée diminuent, faisant passer le rideau dans la situation 2 :

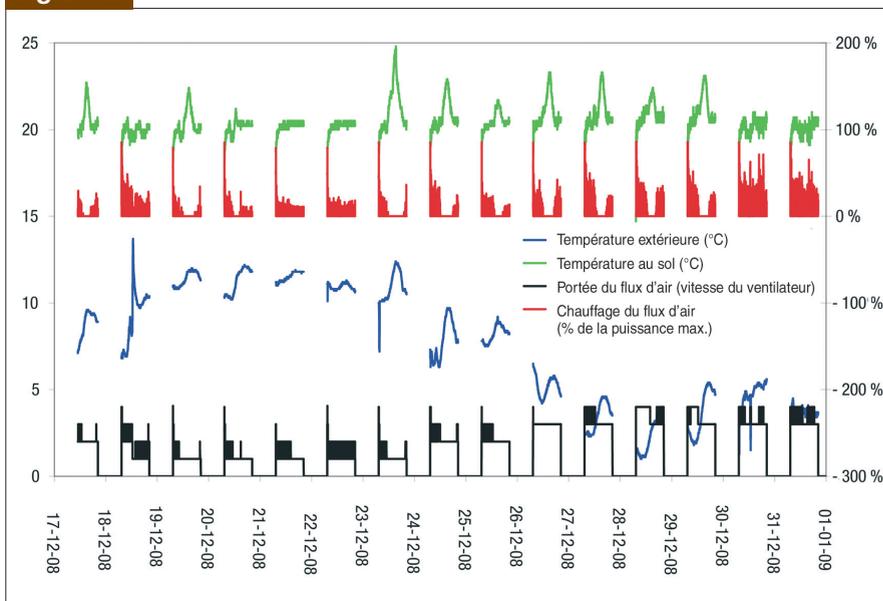
l'air n'atteint plus le sol, ce qui se traduit par une perte de chaleur importante et par un courant d'air froid au sol. Un rideau d'air à réglage entièrement manuel peut se trouver dans chacune des situations décrites dans le schéma de fonctionnement, selon le degré d'attention de l'utilisateur et son expérience du réglage. Les utilisateurs devraient cependant se trouver déchargés du souci de trouver le réglage assurant le meilleur confort et une efficacité de séparation optimale. Avec la technologie Chips, le rideau est automatiquement réglé, ce qui permet de gagner beaucoup de temps et d'argent.

5 - Expérience pratique de régulation

Un rideau d'air équipé de la technologie Chips a été testé dans une agence bancaire du Crédit Agricole Anjou-Maine pendant l'hiver 2008-2009. Le rideau a été installé au-dessus d'une porte coulissante menant à un espace libre-service équipé de distributeurs de billets. Pendant les heures d'ouverture de la banque, cet espace fait office de hall d'entrée et il permet d'accéder aux guichets de la banque par une porte ouverte. Le rideau d'air était de type CA M-150 ; la porte mesurait 2,40 m de haut sur 1,50 m de large.

La situation était surveillée par un dispositif d'enregistrement relevant toutes les soixante secondes la température extérieure et la température intérieure, ainsi que des données relatives au rideau, telles que la vitesse du ventilateur et la température de l'air soufflé. Ces informations ont été compilées pour produire un aperçu de la température intérieure en fonction de la chaleur générée par le rideau pour toute la période de surveillance, c'est-à-dire du 17 décembre 2008 au 19 janvier 2009. La **figure 4** indique les résultats pour les deux dernières semaines de 2008. La courbe bleue, la température extérieure, correspond à la température diurne moyenne, qui augmente pendant la première partie de la période concernée, puis redescend pendant la seconde partie. Une variation journalière a également été souvent constatée, les températures étant habituellement plus basses le matin et plus élevées l'après-midi. La vitesse du ventilateur du rideau d'air, automatiquement régulée et représentée par les courbes noires comprises entre 1 et 4, est manifestement plus élevée les jours plus froids. Là encore, la vitesse mesurée variait dans la journée. Elle était souvent plus élevée au début de la journée, et plus basse dans l'après-midi. Avec un réglage manuel, le rideau aurait certainement fonctionné

Figure 4.



Fonctionnement d'un rideau d'air à régulation automatique doté de la technologie Chips. Cas de l'installation à l'entrée d'une agence bancaire.

à pleine puissance toute la journée ! La puissance de chauffage du rideau, représentée en rouge, montre une production de chaleur élevée pendant quelques minutes en début de journée, pour amener la pièce à la température voulue après la nuit. Une fois cette température atteinte, la puissance a été réduite au niveau nécessaire pour chauffer l'air froid entrant. Le chauffage a été coupé à plusieurs reprises dans l'après-midi car la température intérieure était à un niveau de confort suffisant. L'économie d'énergie est dans ce cas évidente ! Avec un rideau d'air manuel à régulation simultanée de la portée et du chauffage, le soufflage aurait également été réduit à zéro et l'air n'aurait plus atteint le sol.

Le rideau d'air à régulation automatique a permis de maintenir la température intérieure à un niveau constant au-dessus de la température prédéfinie. La température au niveau du sol, représentée par la courbe verte, est restée en moyenne entre 19,5 °C et 20,5 °C, tandis que la température extérieure variait entre 2 °C et 14 °C. La température au niveau du sol a augmenté certains après-midi. Une analyse plus poussée des données météorologiques a montré que cela était dû au soleil, qui pénétrait dans le hall et augmentait sa température de 23 °C à 25 °C. Le rideau d'air s'est rapidement adapté en réduisant la puissance de chauffage, sans modifier la portée de l'air soufflé.

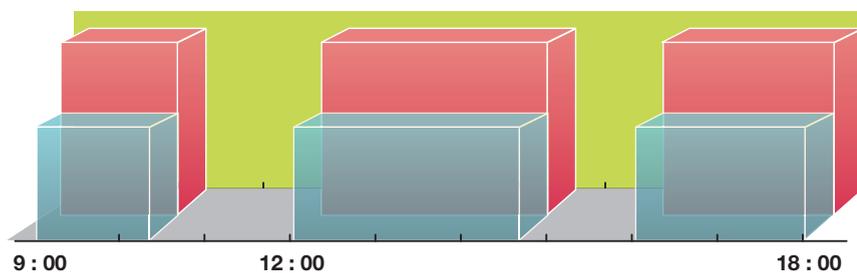
La comparaison de l'énergie consommée par un rideau d'air à régulation automatique et de celle consommée par un rideau réglé par les méthodes classiques nécessite de prendre une hypothèse quant à l'énergie consommée par les rideaux à régulation classique ou manuelle.

On peut estimer le chauffage nécessaire à l'ouverture de la porte le matin, mais cela correspondrait à une hypothèse haute dans la mesure où la puissance de chauffage d'un rideau d'air à réglage manuel ou à thermostat à deux étages est réduite pendant la journée. Nous avons pris pour hypothèse, avec le client, un réglage de la vitesse du ventilateur sur la position 2 et une température de chauffage de 35 °C. La puissance moyenne de chauffage générée dans ce cas est de 6,9 kW. Les données de mesure ont montré que la puissance moyenne d'un rideau d'air doté de la technologie Chips était de 1,5 kW sur la période de mesure, ce qui représente une économie énergétique de 75 %, avec un confort climatique intérieur garanti.

Figure 5.

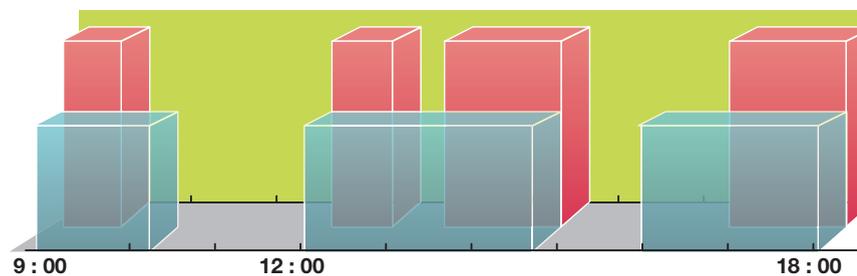
Qu'entend-on par "automatique" ?

Les rideaux d'air dotés de la technologie Chips sont entièrement automatiques. Ainsi, une fois installés, ces rideaux ne demandent aucune action de l'utilisateur pour déterminer le réglage permettant d'obtenir une séparation efficace, une consommation d'énergie réduite et du confort. Différentes méthodes de régulation automatique sont décrites ci-après. Elles sont classées dans l'ordre croissant des économies d'énergie et du confort obtenu.



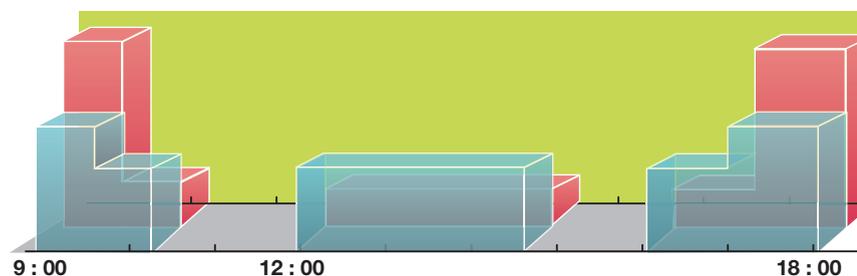
a) Commande marche/arrêt par contacteur de porte ou horloge.

Un contacteur de porte ou une horloge assure que le soufflage du rideau d'air, et donc également le chauffage, sont à l'arrêt lorsque la porte est fermée ou pendant des périodes données. Ce système peut donner lieu à une économie initiale, car le rideau est éteint dans les périodes où il est superflu.



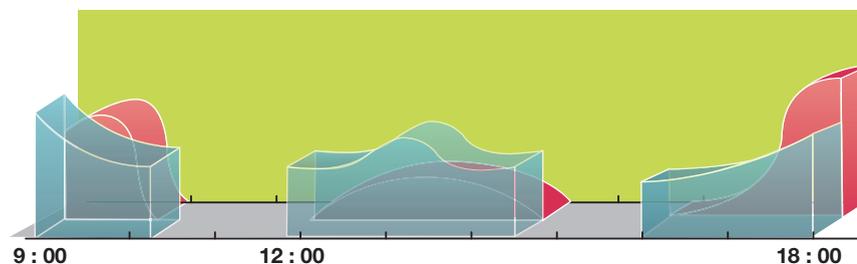
b) Commande marche/arrêt par thermostat d'ambiance.

Outre la portée, la chaleur du rideau d'air peut également être réglée à zéro lorsqu'il n'est pas nécessaire de chauffer ; c'est par exemple le cas lorsque le thermostat d'ambiance atteint la température de consigne. Ce système permet de réaliser une économie supplémentaire.



c) Régulation de la vitesse du ventilateur avec thermostat à deux étages.

Le régulateur de vitesse du ventilateur règle simultanément la portée et le chauffage, qui sont liés, sur la base par exemple d'un thermostat à deux étages. En cas de dépassement d'une première température prédéfinie, la portée et le chauffage du rideau sont réduits. En cas de dépassement d'une seconde température prédéfinie, plus élevée, le rideau d'air est éteint. Ce type de régulation automatique peut offrir des économies supplémentaires, mais il présente les inconvénients décrits dans le schéma de fonctionnement : l'air s'écrase au sol, ou bien il ne l'atteint pas.



d) Technologie Chips.

Avec un rideau d'air équipé de la technologie Chips, la position de soufflage et le chauffage sont régulés indépendamment, selon les besoins réels. Cette technologie assure que l'air soufflé par le rideau atteint toujours le sol, ce qui est synonyme d'une séparation efficace, même en cas de forte variation des conditions extérieures ; en même temps, elle assure une consommation énergétique aussi basse que possible (système à économie d'énergie) et un climat intérieur constant et confortable.

Exemple de variation quotidienne de la portée (en bleu) et de la puissance de chauffage (en rouge) d'un rideau d'air à régulation automatique.

6 - Conclusions

Cet article décrit la technologie Chips comme l'avancée technologique la plus récente dans le domaine de l'automatisation complète des rideaux d'air soumis à des conditions intérieures et extérieures variables. Un essai en situation réelle a mis en évidence une économie de 75 % de l'énergie consommée en hiver, avec maintien à un niveau optimal du confort à l'intérieur du bâtiment.



Biddle

21, allée des Vendanges

77183 CROISSY BEAUBOURG - FRANCE

Tél. : +33 (0)1 64 11 15 55

Fax : +33 (0)1 64 11 15 66

www.biddle.fr