

Étude de cas – 43% d'économie d'énergie en chauffant des pièces à plafond haut à l'aide de diffuseurs thermodynamiques

Saint-Laurent, Qc, 12 janvier, 2022

Une simulation numérique (CFD) d'un restaurant à hauts plafonds a conclu que les diffuseurs thermodynamiques aident à améliorer le confort thermique et la qualité de l'air intérieur tout en économisant 43% d'énergie pour le chauffage. Ils se sont avérés rentables dès la première année.

Introduction

Lorsque de l'air est envoyé dans une pièce, que ce soit pour le chauffage ou pour la climatisation, les diffuseurs installés dans des plafonds de plus de douze pieds de haut sont habituellement réglés de sorte à fournir un jet d'air horizontal dans l'intention d'empêcher de créer des courants d'air froid à vitesse élevée dans la pièce occupée. Les jets à vitesse élevée combinés à une température froide d'air créeraient un inconfort thermique important pour les occupants du bâtiment.

Bien qu'il soit possible d'atteindre un bon équilibre du mélange d'air, du contrôle de la température, de l'efficacité énergétique et du contrôle thermique lors de la climatisation, c'est rarement le cas lorsqu'il s'agit de chauffage effectué en utilisant les mêmes diffuseurs.

La conséquence de l'effet de flottabilité, qui cause la montée de l'air chaud en raison de la différence de densité de l'air, augmente en fonction de la hauteur du plafond. Le jet d'air chauffé provenant du diffuseur a tendance

à monter et à rester près du plafond, ce qui crée la stratification. De multiples facteurs influencent l'intensité de la stratification de l'air, tels que la hauteur du plafond et la hauteur d'installation des diffuseurs, l'angle du jet d'air, la différence de température entre l'air fourni et l'air ambiant, et les sources de perte de chaleurs incluant les portes, les fenêtres et les murs.

Les inconvénients de la stratification de l'air sont la perte d'énergie, l'incapacité d'atteindre le confort thermique des occupants et le manque de mélange d'air adéquat dans l'espace occupé.

Une méthode courante est l'utilisation de ventilateurs de plafond (également appelés des ventilateurs de déstratification) pour faire descendre l'air chaud qui se situe près du plafond vers l'espace occupé. Bien que l'utilisation de ventilateurs permette d'atteindre la température souhaitée au niveau du thermostat ou dans l'espace occupé, l'augmentation de la vitesse d'air occasionnée par les ventilateurs est bien souvent un problème. Les occupants peuvent alors sentir directement les courants d'air ainsi que les variations de la température de l'air, ces deux deniers causant un inconfort important surtout lorsque les personnes sont assises au même endroit pendant un certain temps.

Diffuseurs thermodynamiques

Les diffuseurs thermodynamiques d'[EffectiV HVAC](#) sont commercialisés depuis de nombreuses années déjà, contribuant avec succès à l'amélioration du confort thermique et de l'efficacité énergétique des grands espaces à hauts plafonds. En plus de la rétroaction positive reçues des ingénieurs et des gestionnaires de bâtiments ayant utilisés les produits, l'équipe d'ingénieurs d'EffectiV tenait à calculer la quantité d'énergie qui peut être économisée en chauffage.

Les diffuseurs thermodynamiques utilisent des matériaux thermoréactifs afin d'ajuster la direction du jet d'air en se basant sur la température de l'air introduit. Un piston déclencheur à ressort thermique ou à cire thermique est exposé à l'air provenant du système de ventilation et cheminant à travers le diffuseur. Le déclencheur s'étire et se contracte, ajustant ainsi l'écoulement d'air du diffuseur selon la température de l'air acheminé. Le concept à l'origine de ce mécanisme est la diffusion de l'air froid à l'horizontale ou vers le haut et l'air chaud vers le bas, afin de neutraliser l'effet de flottabilité qui fait en sorte que l'air chaud s'élève et sature l'espace près du plafond.

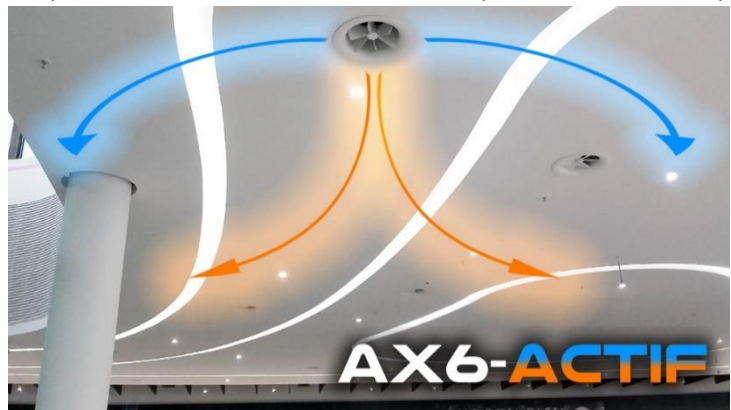


Figure 1. Le diffuseur thermodynamique AX6-ACTIF avec modes de chauffage et de refroidissement

Trois modèles de diffuseurs thermodynamiques sont disponibles. Le diffuseur rond à cônes en aluminium DCG-ACTIF et le diffuseur arrondi hélicoïdal AX6-ACTIF ont été conçus pour être installés dans des plafonds élevés, tandis que le canon avec jets à longue portée KAM-ACTIF a été conçu pour installation murale dans les grandes pièces.

Les diffuseurs thermodynamiques sont des solutions « prêtes à l'emploi », qui ne nécessitent ni d'électricité pour être opérationnels ni de configuration ou de maintenance particulières. Leur installation est semblable à celle des diffuseurs standards et ils fonctionnent de manière autonome.

Dans la présente étude, ce sont des diffuseurs thermodynamiques de modèle [AX6-ACTIF](#) qui ont été utilisés.

Configuration et conditions de l'espace



Figure 2. La simulation a eu lieu dans un restaurant ayant une capacité d'accueil de 90 places assises et des hauts plafonds de 22 pi

20 diffuseurs au total fournissent 21,180 pcm d'air dans le restaurant en entier, soit 1,059 pcm par diffuseur. Les diffuseurs sont installés sur des conduits de 16". L'espace modélisé est un restaurant avec plafonds ouverts ayant une capacité d'accueil de 90 personnes assises. Les dimensions de la pièce sont de 100 pieds x 60 pieds (40 m x 18 m) et les plafonds ont une hauteur de 22 pieds (6,7 m). Le plafond à concept ouvert possède des conduits exposés et les diffuseurs sont installées 6 pieds (1,82 m) en dessous du plafond, soit 16 pieds au-dessus du plancher.

Comme les diffuseurs standards et les diffuseurs thermodynamiques peuvent tous deux fournir de l'air froid de manière horizontale au niveau du plafond, il a été supposé qu'ils auraient, en mode climatisation, une performance semblable n'entraînant pas de gain d'efficacité. La configuration hélicoïdale de la diffusion de l'air d'AX6 peut améliorer le mélange d'air comparativement aux diffuseurs non-hélicoïdaux. Cependant, cette fonctionnalité n'a pas été prise en compte dans la présente étude et des diffuseurs hélicoïdaux ont été utilisés dans les deux scénarios.

La simulation numérique (Computer Fluid Dynamics, ou CFD) tient compte des conditions hivernales de la partie septentrionale de l'Amérique du Nord, soit une température extérieure de 14°F (-10°C). La température de l'air fourni par le système de chauffage est de 90°F (32°C). De plus, les gains de chaleur corporelle naturelle des personnes assises (91,4°F ou 33°C) et la perte de chaleur des murs et des fenêtres en verre simple ont été pris en compte.

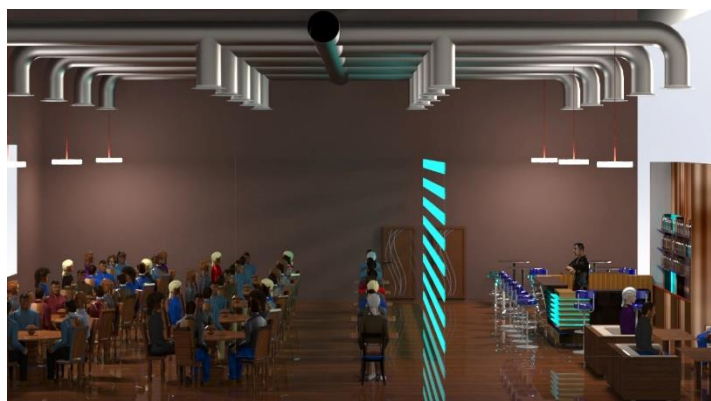


Figure 3. Un total de 20 diffuseurs fournissant 21,180 pcm d'air chaud

Simulations

Dans l'intention de limiter les ressources informatiques nécessaires et d'accélérer les simulations, la pièce a été divisée en quatre sections. Des simulations simplifiées ont été réalisées pour chacune des sections et les résultats ont été comparés. La section du bar (dans le coin supérieur gauche, en rouge dans la Figure 4) n'a pas présenté de source significative de perte de chaleur et c'était la section la plus chaude. La plus petite section bleue, située près de la porte et entre deux grandes fenêtres, était la plus froide. La section verte, comprenant six tables et une fenêtre, était la plus représentative et celle-ci était très près de la moyenne du restaurant. C'est pourquoi cette section a été choisie pour les simulations approfondies.

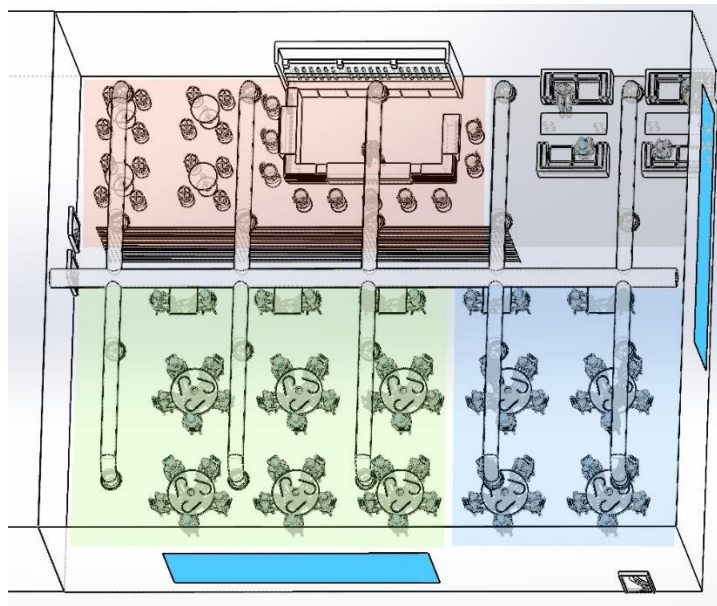


Figure 4. Le restaurant a été divisé en quatre sections afin de simplifier la simulation

Au total, trois simulations ont été effectuées et analysées, comparant ainsi trois solutions différentes :

1. Pour la première simulation, des diffuseurs hélicoïdaux fixes, fournissant de l'air chaud de manière horizontale, ont été utilisés;
2. Pour la deuxième simulation, ces mêmes diffuseurs ont été combinés à huit (8) ventilateurs de plafond. Il s'agit d'un modèle commun de ventilateur qui a été utilisé dans le cadre de cette simulation;
3. Pour la troisième simulation, ce sont des diffuseurs thermodynamiques de modèle AX6-ACTIF configurés en mode chauffage.

Résultats de la simulation – La température

Dans la présente étude de cas, deux hauteurs importantes ont été maintenues lors de la mesure de la température. La première hauteur correspond au niveau de la tête des occupants, soit à 1,1 m ou 43", qui est d'ailleurs très importante pour le confort thermique. La même hauteur a été utilisée pour les lectures du thermostat, qui dirige le système et qui a une incidence directe sur la consommation d'énergie.

La seconde hauteur prise en compte correspond à la hauteur des chevilles des occupants assis, soit à 0,1 m ou 4". Ces mesures ont été considérées seulement pour le confort thermique. Afin de respecter l'exigence de ASHRAE en ce qui concerne le confort des occupants assis, la différence de température entre 1,1 m et 0,1 m se doit d'être de 3 degrés Celsius ou moins.

Les résultats obtenus lors de la simulation illustrent les couleurs de température sur deux plans verticaux sous les diffuseurs ainsi que sur trois plans horizontaux à des hauteurs respectives de 0,1 m, 0,6 m et 1,1 m.

Pour chaque simulation, la température initiale de la pièce était inférieure à 55°F ou 12.8°C. Après chaque minute d'exécution du système HVAC avec une température d'air acheminé de 90°F, une mesure de la température a été prise. Une tranche de température qui serait considérée comme idéale dans ce scénario se situerait entre 68°F et 74°F – entre 20°C et 23.4°C –, ce qui est d'ailleurs représenté en vert dans les résultats de la simulation numérique (CFD).

Diffuseurs standards

Les diffuseurs standards fournissent de l'air chaud de manière horizontale. Par conséquent, l'air chaud monte rapidement vers le plafond une fois qu'il est sorti des diffuseurs et arrivé dans une pièce froide, tel qu'il est illustré dans la Figure 5, soit après les cinq premières minutes de la simulation.

Cela a pris un total de 7 minutes avant d'atteindre un état stable se situant entre 68°F et 74°F au niveau du thermostat, comme le montre la Figure 6. C'est la valeur retenue pour la comparaison de la consommation d'énergie.

De même, après 7 minutes, une forte stratification de l'air est perceptible avec une température de 87°F ou 31,6°C près du plafond. En même temps, la température à la hauteur des chevilles des occupants est tout de même trop froide pour satisfaire les exigences du confort thermique.

Il a fallu 10 minutes pour atteindre un niveau acceptable de confort thermique en utilisant les diffuseurs standards, avec une différence de température précise de 3°C, tel qu'il est illustré dans la Figure 7.

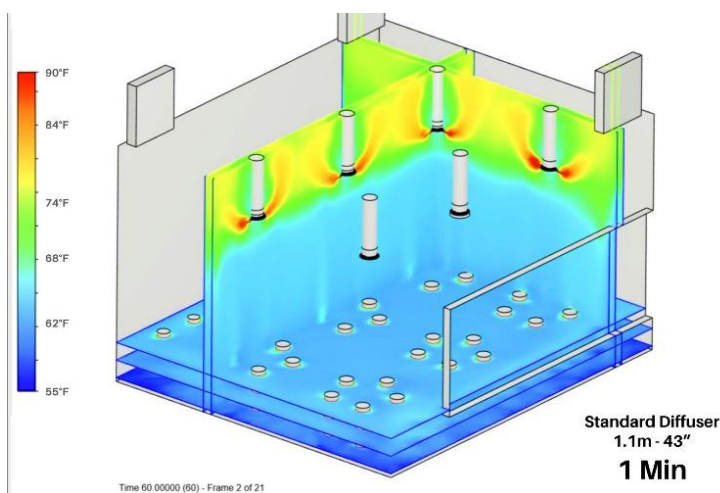


Figure 5. La température de la pièce après quelques minutes de chauffage en utilisant des diffuseurs standards

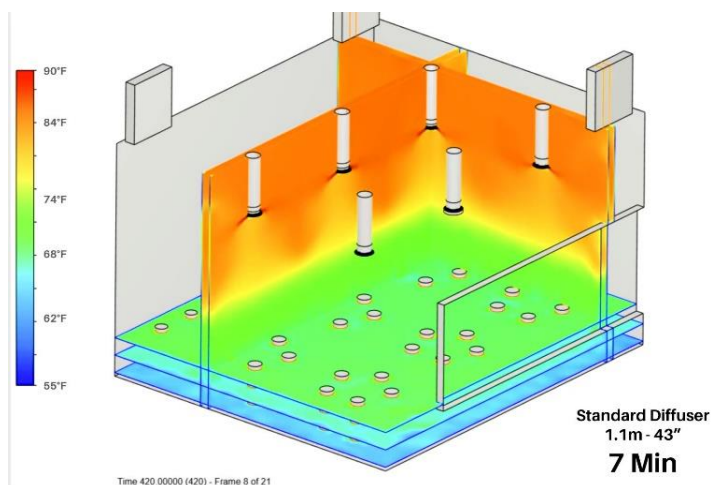


Figure 6. Il a fallu 7 minutes pour atteindre une température confortable à la hauteur du thermostat en utilisant des diffuseurs standards

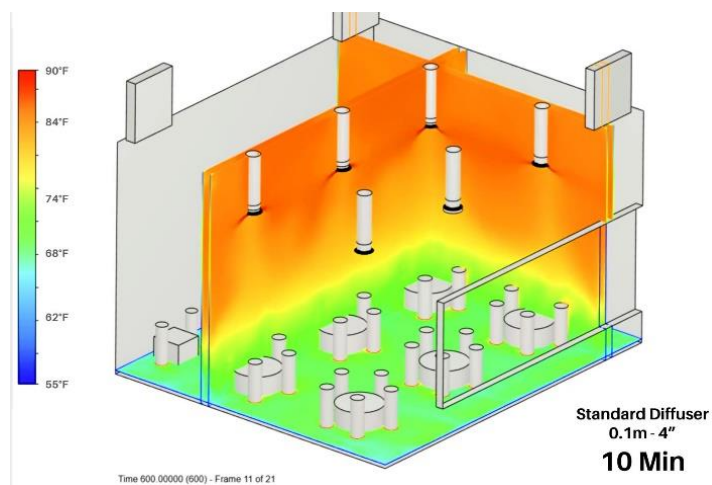


Figure 7. Le confort thermique des occupants assis a été atteint en 10 minutes en utilisant des diffuseurs standards

Diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond

En combinant les ventilateurs de plafond – de déstratification – aux diffuseurs standards, l’air chaud est forcé de descendre dans l’espace occupé. On remarque alors la présence d’endroits plus chauds, d’une chaleur d’environ 68°F, pendant la première minute de la simulation, tel qu’il est illustré dans la Figure 8. Cela se traduit en une amélioration plus rapide de la température dans l’espace occupé.

Cependant, en raison de l’intensification et l’instabilité du mouvement de l’air dans la pièce, cela a pris plus de temps à l’aide de ventilateurs que sans ventilateurs (8 minutes au lieu de 7) pour atteindre une température confortable stable au niveau du thermostat.

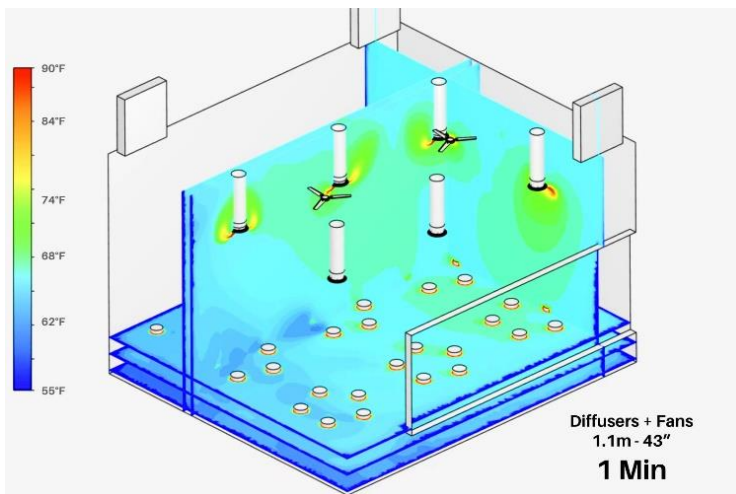


Figure 8. Les ventilateurs de plafond aident à faire descendre l’air chaud vers l’espace occupé dès que la simulation est entamée

Une température confortable au niveau de la cheville a été atteinte en seulement 9 minutes, avec un écart de température de 2,5°C entre 1,1 m et 0,1 m de hauteur.

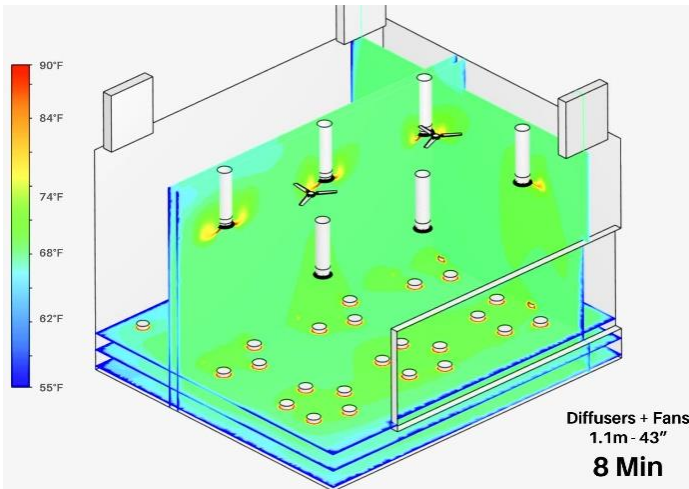


Figure 9. Il a fallu 8 minutes pour atteindre une température stable au niveau du thermostat en utilisant des ventilateurs de plafond

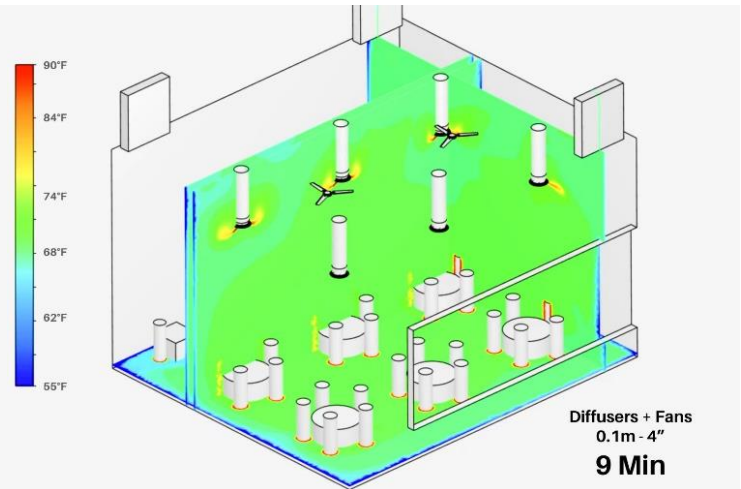


Figure 10. Le confort des occupants a été atteint en 9 minutes lorsque les diffuseurs standards étaient combinés à des ventilateurs de plafond

Diffuseurs thermodynamiques

Même si les diffuseurs thermodynamiques fournissent de l'air chauffé à l'aide d'un jet incliné vers le bas, la différence de densité de l'air fait en sorte que l'air chaud monte tout de même au cours de la première minute suivant le démarrage du système.

Toutefois, au fur et à mesure que la différence de densité de l'air diminue, l'air chauffé fourni maintient sa direction descendante. Il n'a fallu que 4 minutes pour atteindre une température confortable stable au niveau du thermostat en utilisant les diffuseurs thermodynamiques.

Après seulement 5 minutes, le confort thermique des occupants fut atteint avec une différence de température de 2,35 °C entre la tête et les chevilles.

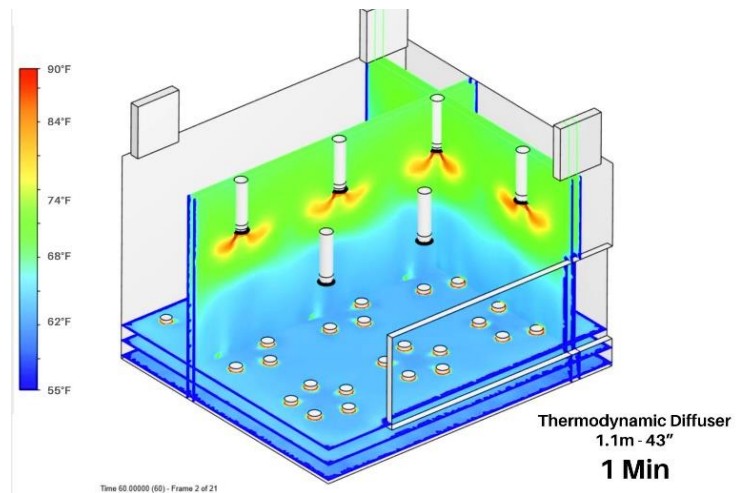


Figure 11. L'air chaud a tendance à monter au moment où il sort des diffuseurs thermodynamiques en raison de la densité de l'air

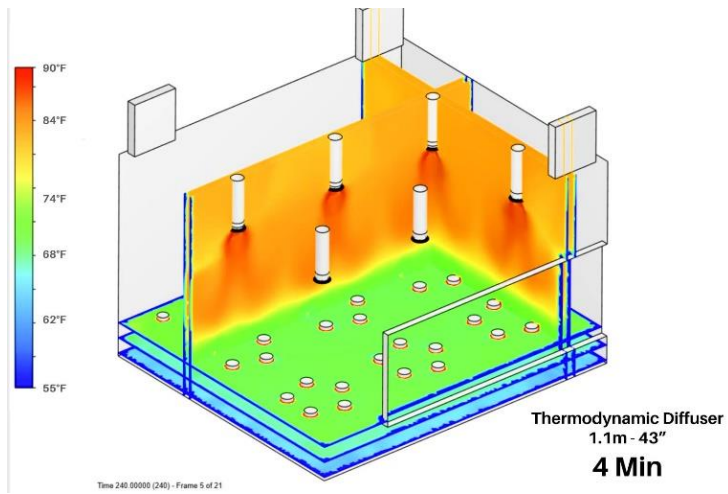


Figure 12. Une température stable a été atteinte au niveau du thermostat en seulement 4 minutes en utilisant des diffuseurs thermodynamiques

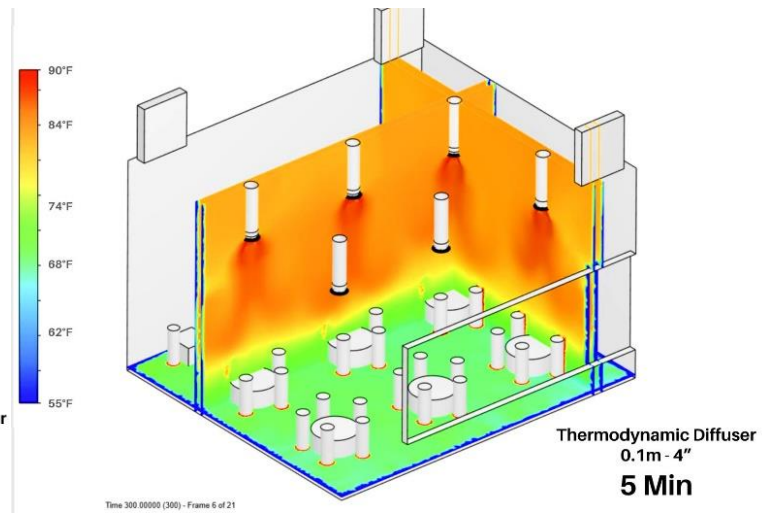


Figure 13. Le confort des occupants a été atteint après 5 minutes en utilisant des diffuseurs thermodynamiques

Résultats de simulation – La vitesse d’air

Au cours des mêmes simulations, la vitesse d’air a aussi été mesurée dans le but d’analyser son impact sur le confort thermique des occupants ainsi que sur la qualité de l’air intérieur. L’équilibre parfait est parfois difficile à obtenir. Dans le contexte d’un restaurant, une vitesse d’air idéale dans l’espace occupé se situerait entre 20 et 60 pieds par minute lors du chauffage. Une vitesse d’air supérieure causerait un courant d’air inconfortable, tandis qu’une vitesse d’air qui serait inférieure à 20 pi/min serait insuffisante pour ventiler adéquatement la zone occupée. S’assurer de la ventilation appropriée joue un rôle très important pour la santé des clients. Cela aide à réduire les risques de propagation des maladies transmissibles par aérosols et à se débarrasser des particules nuisibles ou dangereuses. Un autre bénéfique est de créer une expérience client plus plaisante en éliminant les odeurs présentes dans l’espace.

Diffuseurs standards

Avec les diffuseurs standards, la plupart des mouvements de l’air ont lieu dans l’espace entre les diffuseurs et le plafond. Tel qu’il est montré dans la Figure 14, après 7 minutes et lorsqu’une température stable a été atteinte au niveau du thermostat, la vitesse d’air varie entre 0 et 10 pi/min à 1,1 m de hauteur, ce qui correspond à la tête des personnes. C’est excellent pour le confort thermique puisque, de cette façon, les occupants ne sentiront pas de courant d’air. En revanche, le mélange d’air est presque inexistant et cela ne permet pas d’avoir une bonne qualité d’air intérieur.

Au niveau de la cheville des occupants, soit 0,1 m, le mélange d’air est un peu mieux quoiqu’insuffisant, variant entre 0 et 20 pi/min.

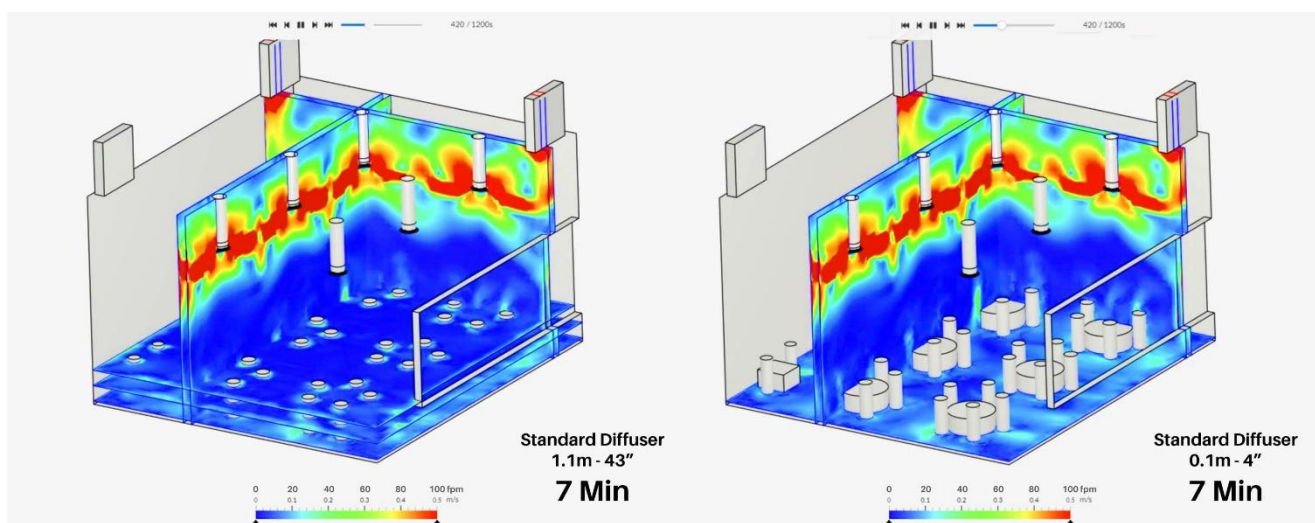


Figure 14. Bien que la vitesse d’air dans l’espace occupé en utilisant des diffuseurs standards soit bonne pour le confort thermique, elle ne l’est pas pour la qualité de l’air intérieur

Diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond

En utilisant les ventilateurs de plafond, la vitesse d'air est de 100 pi/min ou plus dans la plupart de l'espace occupé, soit à 0,1 m ou à 1,1 m. Un tel mélange d'air permet de s'assurer de la bonne ventilation et de la qualité de l'air intérieur adéquate. Toutefois, les courants d'air à vitesse élevée de plus de 100 pieds par minute causeront un important inconfort thermique.

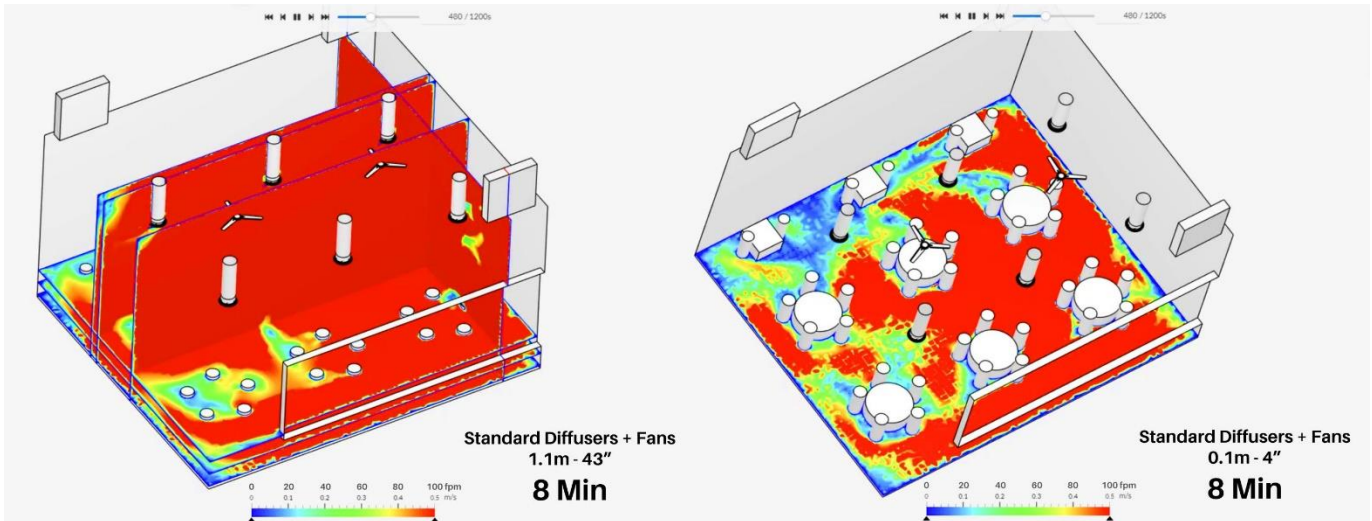


Figure 15. En utilisant des ventilateurs de plafond, la vitesse d'air est de 100 pi/min ou plus dans la majorité de l'espace occupé, ce qui est bon pour la qualité de l'air intérieur. En revanche, les courants d'air causés par la vitesse d'air élevée créeront alors de l'inconfort thermique

Diffuseurs thermodynamiques

Après avoir fait fonctionner le système pendant 4 minutes – une fois qu'une température thermique stable a été atteinte au niveau du thermostat – la vitesse d'air dans la plupart de l'espace occupé se situe entre 20 et 60 pieds par minute. Bien qu'il y ait quelques zones entre les tables où la vitesse d'air est plus faible et d'autres sous les diffuseurs où elle est plus élevée, l'équilibre général entre le confort thermique et la qualité de l'air intérieur est bien meilleur que dans les deux simulations précédentes.

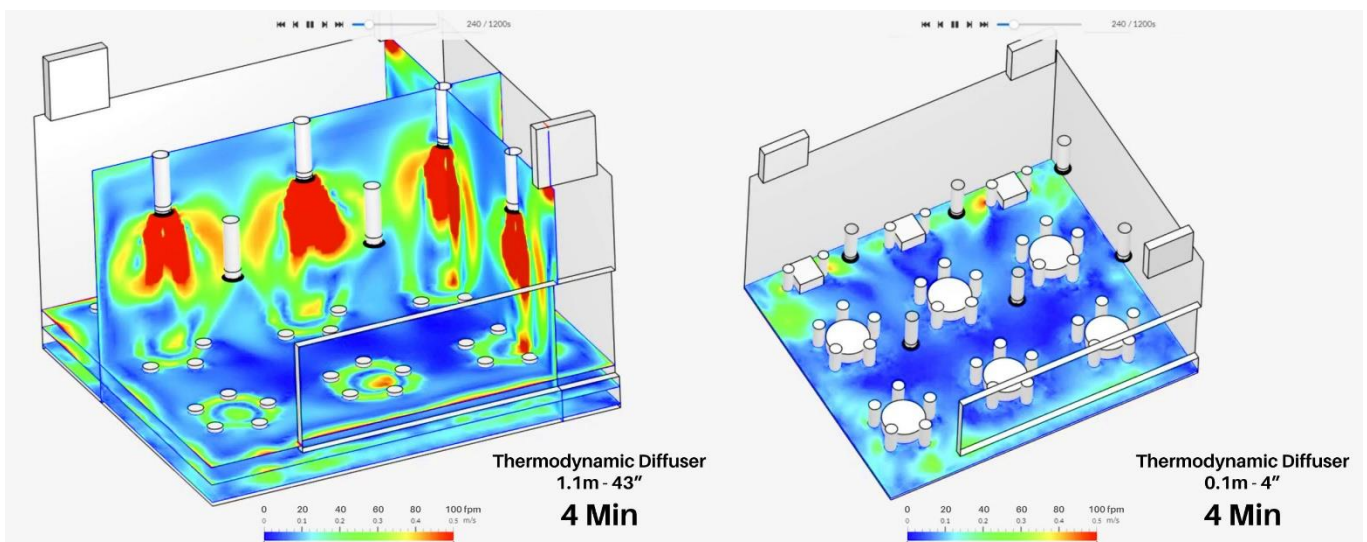


Figure 16. La vitesse d'air se situe entre 20 et 60 pi/min dans la majorité de l'espace en utilisant les diffuseurs thermodynamiques, ce qui permet d'assurer un bon équilibre entre le confort thermique et la qualité de l'air intérieur

Analyse de la consommation d'énergie

Compte tenu du fait que la lecture du thermostat contrôle le système HVAC, on peut supposer que la consommation énergétique est proportionnelle au temps qu'il faut pour atteindre la température voulue à la hauteur du thermostat. Le Tableau 1 présente le temps d'exécution nécessaire pour atteindre une température confortable stable ainsi que la consommation d'énergie relative en comparaison avec les diffuseurs standards.

	Standard Diffusers	Standard Diffusers + Ceiling Fans	Thermodynamic Diffusers
Running Time	7	8	4
Relative Energy Consumption	-	+14%	-43%

Tableau 1. La consommation d'énergie – comparaison des solutions

Même si les ventilateurs de plafond aident à chauffer l'espace occupé plus rapidement comparativement aux diffuseurs de plafond seulement, l'effet du mouvement de l'air ajouté sur les lectures du thermostat finissent par créer une consommation énergétique supplémentaire de 14 % lorsqu'on utilise les ventilateurs de plafond. Par ailleurs, ce nombre ne tient compte que de la consommation énergétique du système HVAC. Le pourcentage de la consommation énergétique relative augmentera une fois que la consommation électrique des ventilateurs de plafond est ajoutée à la consommation du système HVAC.

Les diffuseurs thermodynamiques montrent une amélioration significative de l'efficacité énergétique, ce qui réduit la charge sur le système HVAC de 43% comparativement avec les diffuseurs standards lorsqu'il s'agit de chauffer à partir de hauts plafonds.

Analyse du confort thermique

Afin d'analyser le confort thermique, il est primordial de tenir compte des deux paramètres suivants : la température et la vitesse d'air. Au cours de cette simulation, il a été possible d'atteindre un état stable de confort thermique en n'utilisant que des diffuseurs standards. En revanche, cela a pris plus de temps à atteindre qu'à l'aide des ventilateurs de plafond ou des diffuseurs thermodynamiques. De plus, si les plafonds avaient été plus hauts ou s'il y avait un nombre plus important de sources de perte de chaleur (i.e. de plus grandes fenêtres et/ou un nombre plus élevé de fenêtres), il aurait été potentiellement impossible d'atteindre la température recherchée en utilisant seulement des diffuseurs standards.

	Standard Diffusers	Standard Diffusers + Ceiling Fans	Thermodynamic Diffusers
Time to Thermal Comfort Temperature (minutes)	10	9	5
Relative Time to Reach Thermal Comfort	-	-10%	-50%
Average Delta T Between Head and Ankle	3°C	2.5°C	2.35°C
Air Velocity - Majority Bracket	0-20 fpm	100+ fpm	20-60 fpm

Tableau 2. Le confort thermique – comparaison des solutions

Le fait d'avoir ajouté des ventilateurs de plafond a tout de suite aidé l'air chaud à se propager dans l'espace occupé et cela a également réduit de 10 % le temps nécessaire pour atteindre un état stable de confort thermique. Aussi, une plus petite différence de température entre la tête et les chevilles améliorera le confort thermique. En revanche, les courants d'air à vitesse élevée produits par la combinaison des diffuseurs et des ventilateurs de plafond créeront un important inconfort thermique qui pourrait contrer les bénéfices ci-haut mentionnés.

Lors de la simulation effectuée en utilisant les diffuseurs thermodynamiques, il a été possible d'atteindre un état stable de confort thermique en seulement 5 minutes, ce qui équivaut à 50 % moins de temps que ce qui a été nécessaire pour atteindre le même état en n'utilisant que des diffuseurs standards. La différence de température entre les têtes des occupants et les chevilles est également plus basse, à 2,35°C, et la majorité de l'espace occupé a une vitesse d'air variant entre 20 et 60 pieds par minute.

Analyse de la qualité d'air intérieur

La combinaison des diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond a créé des courants d'air à vitesse élevée de 100 pieds par minute ou plus dans la majeure partie de l'espace occupé, ce qui a été problématique en termes de confort thermique. Toutefois, le mélange d'air qui s'en est suivi a permis d'assurer le nombre de changements d'air optimal par heure ainsi que l'élimination des odeurs, des gaz, des microbes aéroportés et d'autres contaminants. La qualité de l'air intérieur dans la zone occupée est meilleure avec les ventilateurs de plafond.

Les diffuseurs thermodynamiques ont engendré un mélange d'air acceptable dans son ensemble avec une vitesse d'air variant entre 20 et 60 pieds par minute dans la plupart de l'espace occupé.

Le mélange de l'air dans l'espace occupé était insuffisant lors du chauffage effectué à l'aide de diffuseurs standards. Dans La norme ASHRAE 62.1, Tableau 6-4 : L'efficacité de la distribution de l'air de la zone, un facteur de correction Ez de 0,8 est recommandé pour les applications sur des plafonds où de l'air chaud est alimenté avec des retours au plafond [traduction approximative]. Lorsqu'on applique le facteur Ez de 0,8, le taux de ventilation minimal pour la pièce est augmenté afin de compenser pour l'inefficacité causée par la stratification de l'air. Cependant, dans un cas comme celui-ci, c'est-à-dire avec de très hauts plafonds, un tel facteur de

correction ne reflètera pas la réalité et les changements d'air par heure augmentés ont surtout lieu près du plafond, et non dans l'espace occupé.

L'objectif principal de cette étude de cas était d'analyser et de comparer la consommation d'énergie des trois systèmes. Toutefois, la préoccupation que constitue la qualité de l'air intérieur dans un cas où il y a un niveau élevé de stratification devrait être considérée comme étant aussi importante que la consommation d'énergie, surtout dans le contexte du monde suivant la pandémie de la COVID-19.

Analyse économique

Afin de comparer le rendement d'investissement de chacune des solutions, on a dû tenir compte à la fois du coût de l'énergie et du coût de l'installation de chaque système.

Coût énergétique

Lorsqu'on a calculé le coût énergétique des diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond, la consommation énergétique des ventilateurs (134kW) a dû être additionnée à la consommation énergétique du système HVAC (9114 kW). Lorsqu'on a calculé la consommation sur 24 heures, le multiplicateur a été utilisé en supposant que le thermostat aurait été réglé à une température inférieure en dehors des heures d'ouverture.

	Standard Diffusers	Standard Diffusers + Ceiling Fans	Thermodynamic Diffusers
kW per Month (8 hours/day, 7 days/week)	7975	9114 + 134 = 9248	4557
kW per month (24/7 using x2.5 multiplier)	19938	23120	11393
\$/Month (US electricity cost average 0.1319 \$/kWh)	\$2,630	\$3,050	\$1,503

Tableau 3. La consommation d'énergie mensuelle pour chaque solution

Coût installé

Le coût total de l'installation comprend le coût des matériaux ainsi que les coûts d'installation des diffuseurs et des ventilateurs. Dans le cas des ventilateurs de plafond, le coût des services d'un électricien nécessaires pour connecter les ventilateurs au réseau électrique a également été inclus.

Standard Diffusers	Standard Diffusers + Ceiling Fans	Thermodynamic Diffusers
\$3,400	\$6,600	\$10,500

Tableau 4. Le coût total de l'installation

Comparaison : Diffuseurs thermodynamiques et diffuseurs standards

La différence entre le montant total du coût de l'installation des diffuseurs thermodynamiques et des diffuseurs standards est de 7 100 \$.

Le coût des économies d'énergie résultant de l'utilisation des diffuseurs thermodynamiques comparativement aux diffuseurs standards est de 1 127 \$ par mois hivernal.

Par conséquent, dans ce scénario, cela prendrait **6,3 mois hivernaux** (environ deux ans) pour pouvoir rentabiliser l'investissement supplémentaire si l'on compare les diffuseurs thermodynamiques avec les diffuseurs standards, en ne considérant que la consommation énergétique.

Le retour sur investissement des diffuseurs thermodynamiques après 10 ans, en comparaison avec les diffuseurs standards, est de 26 710 \$, soit 376%.

Comparaison : Diffuseurs thermodynamiques et diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond

La différence entre le montant total du coût installé des diffuseurs thermodynamiques versus diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond est de 3 900\$.

Le coût des économies d'énergie résultant de l'utilisation des diffuseurs thermodynamiques comparativement aux diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond est de 1 547 \$ par mois hivernal.

Par conséquent, dans ce scénario, cela prendrait **2,5 mois hivernaux** (moins d'un an) pour pouvoir rentabiliser l'investissement supplémentaire si l'on compare les diffuseurs thermodynamiques avec les diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond, en ne considérant que la consommation énergétique.

Le retour sur investissement des diffuseurs thermodynamiques après 10 ans, en comparaison avec les diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond, est de 42 510 \$, soit 1090%.

	Thermodynamic vs Standard Diffusers	Thermodynamic vs Standard Diffusers + Fans
Investment Recovery Time (Heating Months)	6.3	2.5
Investment Recovery Time (Years)	2	1
10 Years ROI	\$23,710 (376%)	\$42,510 (1090%)
Benefits	Energy Saving Improved IAQ Improved Thermal Comfort	Energy Saving Improved Thermal Comfort

Tableau 5. Le retour sur investissement et autres avantages

Interprétation des résultats

La présente simulation n'a été effectuée que pour le chauffage, en présupposant que la consommation serait semblable pour tous les systèmes lorsqu'utilisés pour le refroidissement ou la ventilation de l'espace. Il est important de noter que la température extérieure lors de ces simulations était de 14°F (-10°C). Il se pourrait que les économies d'énergie calculées qui surviennent lors du chauffage soient plus faibles dans les provinces ou les états ayant des températures hivernales extérieures plus chaudes.

De nombreux autres facteurs pourraient également faire varier ces données, tels que les dimensions de la pièce, la hauteur du plafond, la hauteur d'installation des diffuseurs, les matériaux d'isolation des murs et des fenêtres, le nombre et la taille des fenêtres, le nombre d'occupants par pièce et la direction et l'intensité de l'ensoleillement.

Conclusion

Dans cette étude de cas, les simulations numériques (CFD) ont été utilisées afin de comparer le rendement des diffuseurs standards, des diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond et des diffuseurs thermodynamiques lorsqu'on chauffe un restaurant à hauts plafonds.

Les diffuseurs thermodynamiques permettent des économies d'énergie significatives en comparaison avec les diffuseurs standards (43%) et avec les diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond (50%).

Si on compare les diffuseurs thermodynamiques avec les diffuseurs standards, le temps nécessaire pour rentabiliser l'investissement supplémentaire est de 6,3 mois hivernaux, ce qui équivaut approximativement à deux ans si on considère qu'il n'y a que 3 mois d'hiver par année. Le retour sur investissement après 10 ans est de 26 710 \$, soit de 376%.

Si on compare les diffuseurs thermodynamiques aux diffuseurs standards avec ventilateurs de plafond, le temps nécessaire pour rentabiliser l'investissement supplémentaire est de 2,5 mois hivernaux, ce qui équivaut à moins d'un an si on considère qu'il n'y a que 3 mois d'hiver par année. Le retour sur investissement après 10 ans est de 42 510\$, soit de 1090%.

Les diffuseurs thermodynamiques présentent également des avantages significatifs en termes de confort thermique, en permettant d'atteindre une température confortable stable en deux fois moins de temps qu'avec les diffuseurs standards et en réduisant de 22% la différence de température entre la tête et les chevilles des occupants. La combinaison des diffuseurs standards et des ventilateurs de plafond crée des courants d'air à vitesse élevée dans l'espace occupé, exposant ainsi les clients à d'importantes sensations d'inconfort thermique.

Si on analyse l'efficacité du changement d'air en ce qui a trait à la qualité de l'air intérieur, les diffuseurs standards ne réussissent pas à mélanger adéquatement l'air compris dans la zone occupée. Le système n'est pas en mesure de satisfaire les exigences de ventilation minimales relatives à la sécurité des occupants. Bien que les courants d'air à vitesse élevée occasionnés par l'ajout de ventilateurs de plafond aux diffuseurs

standards engendrent de graves problèmes de confort thermique, le mélange d'air est plus qu'optimal pour avoir une bonne qualité d'air intérieur.

En somme, ce sont les diffuseurs thermodynamiques qui offrent le meilleur équilibre entre le confort thermique, la qualité de l'air intérieur et la consommation énergétique.

À propos d'EffectiV HVAC Inc.

EffectiV HVAC fabrique et fournit des diffuseurs architecturaux haute performance pour améliorer la ventilation dans bâtiments commerciaux et institutionnels. Les diffuseurs novateurs d'EffectiV contribuent à améliorer le confort thermique, l'efficacité énergétique et la qualité de l'air intérieur pour une vaste étendue d'utilisations possibles. Leur esthétique attrayante crée l'équilibre parfait entre les exigences architecturales et les objectifs d'ingénierie mécanique.

On compte parmi les produits des diffuseurs hélicoïdaux à haute induction, des diffuseurs linéaires, des canons avec jets à longue portée, des diffuseurs ajustables, des diffuseurs thermodynamiques, des diffuseurs UV et des volets à débit d'air constant.

À propos des auteurs

François Godbout, président et fondateur de la compagnie, possède 16 ans d'expérience dans le domaine et se spécialise dans la diffusion d'air commerciale, avec un intérêt particulier pour le confort thermique, l'efficacité énergétique et la qualité de l'air intérieur. Il est titulaire d'un baccalauréat Génie de la production automatisée de l'ETS à Montréal, QC et d'une maîtrise en Automatisation de l'EPF à Sceaux, France.

Vishalkumar Patel détient une maîtrise en Génie mécanique de l'Université Concordia à Montréal, QC et est spécialisé en design et en analyse CVAC, en thermodynamique, en transfert de chaleur et en mécanique des fluides dynamiques.