

FICHE # 7 : VENTILATEURS À CIRCULATION D’AIR HORIZONTALE (HAF)

À retenir

- La déstratification thermique que permettent les HAF procure un gain énergétique considérable.
- Les HAF présentent de nombreux autres avantages : uniformité du climat, diminution des maladies foliaires, meilleur apport en gaz carbonique, excellent effet de refroidissement, etc.
- Une installation adéquate des HAF est nécessaire pour retirer tous les bénéfices escomptés.
- De nouveaux HAF éco-énergétiques nécessitent une consommation électrique moindre pour fonctionner.

Description

De manière générale, la ventilation permet d’homogénéiser la température, l’humidité et le CO₂.¹ L’utilisation de HAF pour la circulation d’air est maintenant une méthode standard et largement reconnue. Le fonctionnement des HAF repose sur le principe que l’air qui se déplace dans un patron horizontal cohérent, dans un édifice comme une serre, nécessite un faible apport énergétique pour compenser la friction et la turbulence. Ainsi, les HAF permettent tout simplement de mélanger l’air chaud (présent dans le haut de la serre) avec l’air froid (accumulé vers le bas) pour créer une température plus uniforme.²

Les HAF entraînent aussi une uniformisation de l’humidité et du taux de gaz carbonique, réduisant ainsi les maladies foliaires.³ En effet, l’air qui circule enlève l’humidité sur la canopée des plantes, résultant en un microclimat plus sec. De plus, durant les heures du jour, la photosynthèse diminue le niveau de dioxyde de carbone dans la serre. Le déplacement de l’air permet ainsi d’apporter une nouvelle source de gaz carbonique aux plants.^{4,5,6}

Démarche

Afin de bénéficier de tous les avantages de l’utilisation de HAF, les équipements doivent être bien choisis et installés. D’ailleurs, les erreurs les plus fréquentes concernent des capacités de ventilation insuffisantes, des mauvais espacements ou emplacements, ainsi qu’une maintenance inadéquate. Pour éviter ces erreurs courantes, les étapes suivantes sont proposées :

¹ Boudreau, J.M. et Girouard, M. (2004) Séminaire sur la ventilation et les systèmes de refroidissement en serre. Repéré à https://www.agrireseau.net/legumesdeserre/documents/Vent_MG_2004.pdf

² Ibid

³ Ibid

⁴ Ibid

⁵ University of Connecticut (s. d.) Horizontal Air Flow Systems. Repéré à

<http://ipm.uconn.edu/documents/raw2/Horizontal%20Air%20Flow%20Systems/Horizontal%20Air%20Flow%20Systems.php?display=print>

⁶ Runkle, E. (2008) Fanning Uniformity in the Greenhouse. Repéré à <http://www.flor.hrt.msu.edu/assets/Uploads/HAFfans.pdf>

- Déterminer la capacité de ventilation nécessaire à la serre
 - La capacité de ventilation devrait être entre 3 et 4 fois la superficie de serre. Par exemple, dans une serre de 30 pieds par 100 pieds, la capacité de ventilation du HAF devrait être de $9000 \text{ pi}^3/\text{min}$ ($30 \text{ pieds} \times 100 \text{ pieds} \times 3$)⁷
- Installer convenablement les HAF
 - Il s'avère primordial d'installer convenablement les HAF puisqu'une installation incorrecte pourrait même aggraver les problèmes d'uniformité de climat.⁸
 - Ancrer correctement les HAF pour éviter tout déplacement lorsqu'ils sont en opération, ce qui pourrait réduire l'efficacité de la ventilation.⁹
 - Orientation : Le premier HAF devrait se situer à 10-15 pieds du mur. Les HAF subséquents devraient être espacés de 50 à 60 pieds (un plus grand espace créera des zones mortes). Selon le nombre de chapelles, les HAF devraient être orientés dans des directions précises. De tels patrons sont disponibles à :
<https://www.agrireseau.net/legumesdeserre/documents/Vent MG 2004.pdf>
 - Hauteur : De manière générale, les HAF devraient se situer au milieu de la masse à laquelle les ventilateurs ajoutent de l'énergie. La figure 7.1 représente la zone idéale dans laquelle le HAF devrait se situer par rapport à la tête du plan. Évidemment, les HAF devraient toujours se situer sous les écrans thermiques.

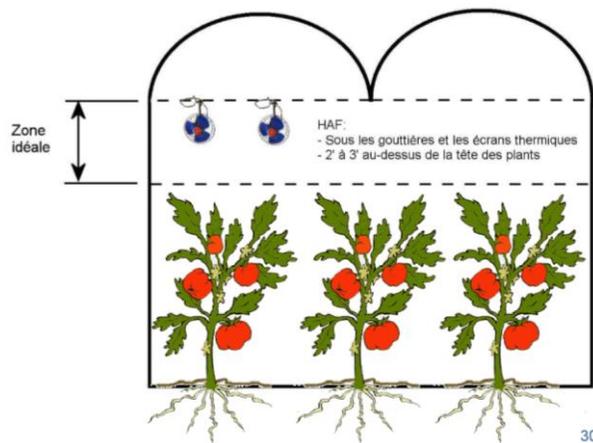


Figure 7.1 Installation en hauteur des HAF (tiré de Girouard, 2004)

⁷ Ibid

⁸ Ibid

⁹ Runkle, E. (2008) Fanning Uniformity in the Greenhouse. Repéré à <http://www.flor.hrt.msu.edu/assets/Uploads/HAFfans.pdf>

- Assurer un mode de fonctionnement adéquat
 - De manière générale, les HAF seront en fonctionnement durant toute la période de production, surtout durant la nuit. La nécessité de les éteindre pendant les opérations de ventilation naturelle doit être analysée.¹⁰
- Assurer un entretien fréquent
 - Vérifier de manière hebdomadaire l'efficacité des HAF
 - Nettoyer les pales une fois par an¹¹

Sources énergétiques concernées

Les HAF fonctionnent à l'électricité, mais permettent des économies de chauffage avec les sources suivantes : mazout #2, propane, gaz naturel, huile usée, électricité et biomasse.

Amélioration de l'efficacité énergétique

La stratification thermique constitue une source importante de déperdition thermique. Avant l'avènement des HAF, il n'était pas rare de voir des différences de températures allant de 10 à 15°F dans les serres. Aujourd'hui, un HAF bien installé permet un différentiel thermique de 2°F au plus (Figure 7.2).¹²

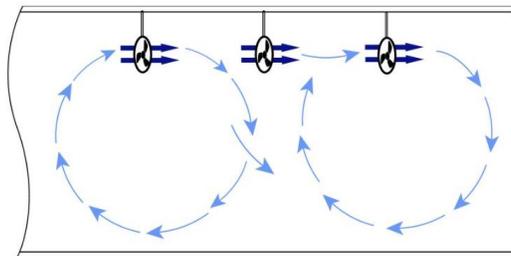


Figure 7.2 Principe de fonctionnement d'un HAF (tiré de Canarm Ag Systems, s. d.¹³)

Évidemment, les HAF entraînent des économies au point de vue énergétique. En effet, l'installation d'un HAF permet de faire descendre l'air chaud (qui a tendance à monter vers le toit), réduisant ainsi la

¹⁰ Runkle, E. (2008) Fanning Uniformity in the Greenhouse. Repéré à <http://www.flor.hrt.msu.edu/assets/Uploads/HAFfans.pdf>

¹¹ Boudreau, J.M. et Girouard, M. (2004) Séminaire sur la ventilation et les systèmes de refroidissement en serre. Repéré à https://www.agrireseau.net/legumesdeserre/documents/Vent_MG_2004.pdf

¹² Bartok, J. et Grubinger, V. (2015) Horizontal Air Flow is best for Greenhouse Circulation. Repéré à <https://articles.extension.org/pages/28043/horizontal-air-flow-is-best-for-greenhouse-air-circulation>

¹³ Canarm Ag Systems (s. d.) HAF 18" Horizontal Air Flow Fans. Repéré à http://www.canarm.com/Agriculture/Ventilation/Circulation_Fans/HAF_Horizontal_Air_Flow_Fans

stratification thermique (Voir Figure 7.3)¹⁴ Ce faisant, l'air chaud provenant du système de chauffage est mieux distribué. De plus, les HAF permettent une distribution rapide du gain solaire à la surface interne du toit.¹⁵

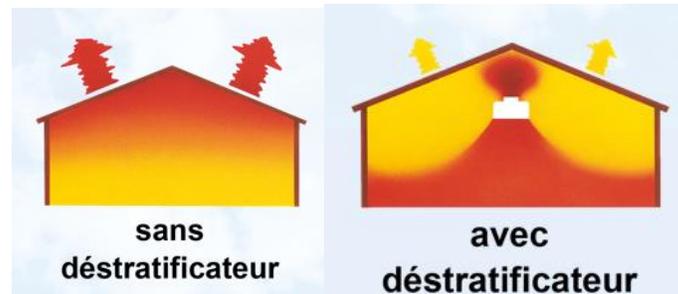


Figure 7.3 Stratification (tiré de EMAT, s. d.¹⁶)

Les pourcentages d'économie d'énergie sont très variables selon les sources. Généralement, des économies maximales de 30 % de la consommation énergétique sont attendues^{17,18,19} Si la destratification permet une diminution de la température de consigne, des économies d'énergie supplémentaire de l'ordre de 5 % pour chaque degré de chauffe en moins peuvent être atteintes.²⁰

Ainsi, l'économie de combustible anticipée se calcule de la manière suivante :

$$\begin{aligned} & \text{Économies de combustibles anticipées} \left(\frac{L, m^3, kWh, kg}{an} \right) \\ & = \text{Économies de combustibles anticipées (\%)} \\ & \times \text{Consommation actuelle attribuable à la chauffe} \left(\frac{L, m^3, kWh, kg}{an} \right) \end{aligned}$$

Note : La détermination précise des économies d'énergie peut s'avérer complexe, car elle relève de simulation de stratification nécessitant plusieurs prises de données à l'intérieur de la serre.

¹⁴ Airius (s. d.) La destratification. Repéré à <http://www.airius.fr/la-destratification/>

¹⁵ Puravent (s. d.) Destratification Fan Guide. Repéré à <http://www.puravent.co.uk/blog/space-heating/destratification-fan-guide/>

¹⁶ EMAT (s. d.) Déstratification. Repéré à <http://www.emat-sas.fr/application-2.htm>

¹⁷ EDF (s. d.) Quatre bonnes raisons d'utiliser un stratificateur d'air. Repéré à <https://www.edf.fr/entreprises/le-mag/equipements-performants/pourquoi-s-equiper-d-un-destratificateur-d-air>

¹⁸ EMAT (s. d.) Déstratification. Repéré à <http://www.emat-sas.fr/application-2.htm>

¹⁹ Drumbeat Energy Management (2013) Thermal destratification in buildings: The missing piece to the HVAC puzzle. Repéré à <http://www.esta.org.uk/RESOURCES/PUBLICATIONS/documents/DRUMBEATWHITEPAPER-ThermalDestratificationInBuildings.pdf>

²⁰ CADDET Energy Efficiency (1998) Greenhouse Climate Control Systems. Repéré à <http://www.nrcan.gc.ca/sites/oeo.nrcan.gc.ca/files/pdf/publications/infosource/pub/ici/caddet/english/pdf/R315.pdf>

En plus de l'accroissement de l'efficacité énergétique, les HAF permettent un excellent effet refroidissant durant les périodes chaudes, particulièrement lorsque les ouvrants sont ouverts. À ce moment, les HAF permettent l'extirpation de l'air chaud.²¹

Tel que mentionné précédemment, les HAF ont une incidence sur la réduction des maladies foliaires, grâce à la diminution de la condensation sur les feuilles. Aussi, le déplacement d'air engendré par les HAF permet un apport nouveau de gaz carbonique pour les plants. En effet, durant le jour, la photosynthèse diminue le taux de gaz carbonique autour de la couche limite des feuilles. Finalement, dans le cas de l'utilisation de pesticides, le mouvement d'air permet une couverture plus uniforme et une meilleure pénétration dans le feuillage.²²

Utilisation de ventilateurs éco énergétiques et de VAF

Il est également possible d'utiliser des ventilateurs éco énergétiques permettant l'obtention d'un taux de ventilation similaire. En effet, un ventilateur éco énergétique utilisera moins d'électricité pour fournir la même charge de ventilation. Les options abondent actuellement sur le marché.

Également, les ventilateurs VAF (ventilateurs à circulation d'air vertical) sont de plus en plus utilisés. Tout comme les HAF, les VAF permettent une déstratification thermique. Cependant, le principe de circulation d'air diffère quelque peu du principe inhérent aux HAF (voir Figure 7.4)

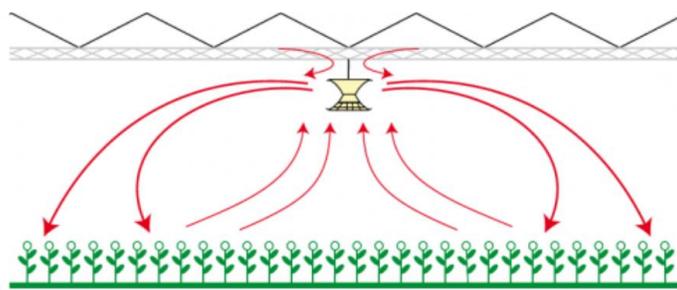


Figure 7.4 Principe de fonctionnement des VAF (tiré de Vostermans Ventilation, 2014²³)

²¹ Puravent (s. d.) Destratification Fan Guide. Repéré à <http://www.puravent.co.uk/blog/space-heating/destratification-fan-guide/>

²² Ibid

²³ Vostermans Ventilation (2014) New greenhouse fan distributor in North America. Repéré à <http://www.vostermansusa.com/nieuws/new-greenhouse-fan-distributor-in-north-america>

Réduction des émissions des gaz à effet de serre (GES)

La réduction des émissions de GES se calcule selon la formule suivante pour le mazout, le gaz naturel et le propane :

$$\begin{aligned} \text{Réduction des GES} & \left(\frac{\text{g de CO}_2\text{eq}}{\text{an}} \right) \\ & = \left[\text{Consommation anticipée} \left(\frac{\text{L, m}^3, \text{kg}}{\text{an}} \right) - \text{Consommation actuelle} \left(\frac{\text{L, m}^3, \text{kg}}{\text{an}} \right) \right] \\ & \times \text{Facteur d'équivalence} \left(\frac{\text{g de CO}_2\text{eq}}{\text{L, m}^3, \text{kg}} \right) \end{aligned}$$

Coûts d'investissements

L'investissement total pour les HAF dépend bien sûr de la quantité à acheter, des pièces nécessaires et de la main-d'œuvre pour l'installation.

Selon le fournisseur **Horticulture Distribution inc.**, les prix des HAF varient entre 0.30\$ et 0.50\$ du pied carré à ventiler. Ce montant est conditionnel à la disponibilité en électricité (entrée électrique et filage) au niveau des bâtiments. Le fournisseur **Groupe Horticole Ledoux** propose sur leur site internet un seul type de HAF, soit le EX-Breeze Basket Fan – 20” 1/10 hp (115V, 1A), avec support, se détaillant à 267,78\$.²⁴

Des contrôles de vitesse sont nécessaires pour une bonne utilisation des HAF. Pour un dispositif servant à contrôler deux ventilateurs HAF, le prix est d'environ 39.30 \$, pour un contrôle de 4 HAF, le prix du dispositif est d'environ 56.02 \$, et pour un contrôle de 8 ventilateurs, on doit compter 108.08 \$. Ainsi, outre le coût du ventilateur, il ne faut pas oublier d'inclure tous les frais connexes dans le montant total de l'investissement.

Coûts de fonctionnement

Les HAF nécessitent une vérification régulière et fréquente afin de s'assurer de leur efficacité. Les pales des ventilateurs doivent être nettoyées au moins une fois par année selon l'utilisation qui en est faite.²⁵

²⁴ Groupe Horticole Ledoux. 2017. Ventilateur. Repéré à <http://boutiquepro.ghlinc.com/ventilateur-haf>

²⁵ Boudreau, J.M. et Girouard, M. (2004) Séminaire sur la ventilation et les systèmes de refroidissement en serre. Repéré à https://www.agrireseau.net/legumesdeserre/documents/Vent_MG_2004.pdf

Période de retour sur l'investissement

La rentabilité de l'installation de HAF dépend de la valeur de l'investissement et des économies réalisées en matière de chauffage. Le calcul pour déterminer la période de retour sur investissement est le suivant :

$$PRI = \text{Coût d'investissement (\$)} / \text{économies annuelles de chauffage (\$)}$$

Des économies accrues en chauffage sont possibles en utilisant des HAF éco-énergétiques en remplacement des ventilateurs déjà présents dans la serre. L'ajout de HAF n'entraînera pas nécessairement d'économie d'énergie, car l'équipement ajouté nécessitera de l'électricité supplémentaire pour fonctionner. Dans ce dernier cas, l'investissement peut se justifier avec les gains en productivité. En effet, si le HAF ajouté permet une augmentation de la production et une meilleure qualité et uniformité des produits, des revenus supplémentaires peuvent être attendus. À ce moment, la différence entre les revenus engendrés et les coûts d'investissement et de fonctionnement des équipements ajoutés devra être calculée. Une différence positive indiquera un investissement rentable.

Fiche réalisée par :



Claudia Berger, ing, CEM (section Description, Démarche, Sources énergétiques concernées, amélioration de l'efficacité énergétique, Programmes d'efficacité énergétique, Réductions des gaz à effet de serre et Annexe)
514-966-9586 - cberger@ecllo.info



Stéphanie Brazeau, agr., Conseillère en gestion agricole (sections Coûts d'investissements, Coûts de fonctionnement et Période de retour sur l'investissement)
450-359-4761 poste 202 – stephanie.brazeau@groupeproconseil.com