

# Choix d'un système de refroidissement à haut rendement énergétique

## Description

Dans de nombreuses installations commerciales devant être climatisées, les refroidisseurs constituent une source importante de consommation d'énergie. Il est donc important de choisir un refroidisseur dont le coût d'exploitation est aussi faible que possible compte tenu de son utilisation spécifique.

On trouve sur le marché trois modèles de refroidisseurs utilisant l'électricité pour assurer le cycle de vapocompression pour la climatisation, la réfrigération et autres applications connexes. Un quatrième modèle a recours à un cycle d'absorption actionné par une source de chaleur. Les administrateurs et les responsables de l'entretien devraient choisir l'équipement ayant le coût de cycle de vie le plus bas au lieu de celui dont le coût d'achat est le moins élevé; en effet, le coût énergétique au cours de la durée de vie des refroidisseurs représente généralement plusieurs fois la dépense initiale en capital. La figure 1 montre un refroidisseur de type centrifuge et son système de régulation.



Figure 1 – Refroidisseur et régulateur centrifuges

## Spécifications techniques

Selon l'application, le type et la taille d'un refroidisseur influenceront grandement sur la consommation d'énergie de l'installation. Le choix du refroidisseur fera l'objet d'une attention particulière afin que l'appareil sélectionné soit le plus approprié à l'usage auquel il est destiné. Certains critères de sélection sont mis en évidence dans le tableau 1.

**Tableau 1 – Critères de sélection d'un refroidisseur**

	<b>Centrifuge</b>	<b>Alternatif</b>	<b>Rotatif</b>	<b>À absorption</b>
<b>Description</b>	Compression à volume variable utilisant une force centrifuge	Compression à piston, appropriée pour des charges faibles et variables	Compression volumétrique utilisant deux rotors usinés	Utilisation de la chaleur au cours du cycle plutôt que de la compression mécanique
<b>Coût initial</b> (par tonne de refroidissement <sup>1</sup> )	500 \$ à 700 \$	450 \$ à 600 \$	500 \$ à 800 \$	1 000 \$ à 1 400 \$
<b>Coût d'entretien</b>	Moyen	Plus élevé	Plus bas	Plus bas
<b>Taille appropriée</b> (tonnes de refroidissement)	90 à 1 000	3 à 100	20 à 2 000	100 à 5 000
<b>Encombrement, bruit et vibrations</b>	Faible, bruit aigu et pas de vibration	Important, bruyant et vibrations	Faible, pas bruyant et pas de vibration	Important, peu bruyant et vibrations

<sup>1</sup> Une tonne de refroidissement = 12 000 BTU/h ou 3,5 kW de refroidissement

De nombreux constructeurs de refroidisseurs, notamment Trane, Carrier, McQuay, Dunham-Bush et York, sont des entreprises reconnues pour la qualité de leurs produits. Avant de choisir un nouveau refroidisseur, assurez-vous que la capacité de l'appareil correspond à la charge à satisfaire.

## Information sur l'énergie

Au cours des dernières années, les refroidisseurs ont, en général, un meilleur rendement énergétique, même si, parallèlement, la plupart utilisent des réfrigérants qui appauvrissent légèrement la couche d'ozone et ont des capacités de transfert thermique moindres. Aujourd'hui, les modèles sont de 10 à 30 p. 100 plus efficaces que les modèles de la génération précédente. Dans la plupart des cas, l'efficacité des refroidisseurs devrait même augmenter au cours des dix prochaines années en raison de l'amélioration du contrôle par microprocesseur, d'une meilleure précision de la mesure de débit et de température et de l'introduction d'échangeurs de chaleur plus gros. Dans le cas de l'installation d'un seul refroidisseur de grande taille, son rendement à charge partielle devrait être élevé, car il sera rarement utilisé à pleine charge. Il est à noter que les mécanismes d'entraînement à fréquence variable améliorent significativement l'efficacité de faible charge des refroidisseurs centrifuges et rotatifs. Certains refroidisseurs centrifuges parmi les plus récents ont nettement amélioré leur rendement à charge partielle, ce qui, dans plusieurs cas, les rend plus attrayants que les refroidisseurs à absorption. Toutefois, les refroidisseurs à absorption regagnent une part du marché, car ils n'utilisent pas l'électricité pour le refroidissement et peuvent éliminer les frais élevés de puissance appelée. Si de l'énergie résiduelle ou peu coûteuse est disponible, les unités à absorption peuvent constituer un choix appréciable. Dans les régions où les coûts de demande de pointe sont élevés, la méthode qui se révélera la plus souple sera d'utiliser les deux types de systèmes de refroidissement.

## Comparaison

L'efficacité (kW/t) des divers types de refroidisseurs est variable, mais leur choix est fonction de leur plage d'utilisation, bien que certains soient fondamentalement plus efficaces en termes d'unités d'énergie consommées par

unité d'eau réfrigérée produite. Le tableau 2 établit la comparaison entre le rendement énergétique de différents types de refroidisseurs. Le rendement à charge partielle s'améliore aussi graduellement et certaines percées réalisées dans la conception de refroidisseurs ont donné lieu à des progrès exceptionnels. Ainsi, un fabricant a conçu des refroidisseurs centrifuges dont le rendement à charge partielle est à peine inférieur au rendement à pleine charge. Les mécanismes d'entraînement à fréquence variable peuvent aussi améliorer le rendement en ce sens, mais peuvent faire augmenter le coût de toute installation de 20 000 \$ à 30 000 \$.

**Tableau 2 – Comparaison du rendement entre différents types de refroidisseurs**

	Alternatif (kW/t) <sup>2</sup>	Centrifuge (kW/t)	Rotatif (kW/t)	À absorption <sup>3</sup> (kW/t)
<b>Pleine charge</b>	0,84 à 1	0,48 à 0,65	0,70 à 0,80	3,2 à 5,6
<b>Charge partielle</b>	0,84 à 1	0,55 à 1	0,75 à 0,90	Légèrement plus élevée qu'à pleine charge

<sup>2</sup> Un nombre plus bas est préférable.

<sup>3</sup> Comme l'électricité n'est pas l'énergie principale, les unités sont converties en kW de demande appelée d'énergie calorifique.



**Figure 2 – Immeuble de la Banque Royale à Halifax**

## Étude de cas

Dans l'immeuble de la Banque Royale comptant 19 étages (voir figure 2) situé au centre-ville de Halifax, en Nouvelle-Écosse, l'unique refroidisseur à absorption, de modèle Trane B5D General Assembly de 600 tonnes de capacité, a été remplacé par deux refroidisseurs centrifuges de modèle McQuay PEH-063 de 215 tonnes chacun dont le rendement à pleine charge est d'environ 0,6 kW/t (en tenant compte de l'impact de l'équipement auxiliaire). Les nouveaux refroidisseurs offraient un net avantage basé sur leur cycle de vie utile. Le refroidisseur à absorption convenait aux besoins lorsque le surplus de chauffage peu coûteux était disponible, mais il est devenu moins pratique avec l'augmentation des coûts des combustibles. Les améliorations de l'efficacité énergétique réalisées partout dans l'immeuble ont réduit les charges de refroidissement de façon significative de sorte que la possibilité d'avoir un système de refroidissement électrique est devenue une solution viable. Le choix final de deux refroidisseurs centrifuges a été basé sur la faible consommation d'énergie, la possibilité d'exploiter pratiquement en permanence un refroidisseur à pleine charge, l'avantage que présente la redondance et la possibilité de disposer de techniciens d'entretien localement. De plus, les propriétaires de l'immeuble bénéficieront de coûts d'exploitation plus bas pendant la durée de vie des refroidisseurs, soit pendant environ 30 ans ou plus.

Les économies d'énergie et de coûts se sont révélées significatives : selon les tarifs en vigueur en l'an 2000, les économies nettes globales s'élèvent à environ 35 000 \$ par an, compte tenu d'une réduction du coût du mazout de 85 000 \$ moins 35 000 \$ pour l'électricité et environ 15 000 \$ de frais de puissance appelée. Les données du tableau 3 (à la page suivante) sont basées sur un prix du mazout de 0,35 \$/L. En Nouvelle-Écosse, le prix des combustibles devrait augmenter, mais avec la production d'électricité faite à partir du charbon et du gaz naturel, ainsi que du pétrole, les services publics pourront peut-être maintenir la stabilité du prix de l'électricité pendant de nombreuses années, ce qui favoriserait l'option des refroidisseurs centrifuges.

**Tableau 3 – Économies d'énergie et de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) générées par le remplacement des refroidisseurs à absorption**

	<b>Consommation d'électricité</b> (kWh/an)	<b>Consommation de mazout</b> (L/an)	<b>Coût de l'électricité</b> (\$/an)	<b>Coût du mazout</b> (\$/an)	<b>Production de CO<sub>2</sub></b> (tonnes/an) <sup>4</sup>
<b>Avant la réfection</b> (Refroidisseurs à absorption installés)	2 700 000	500 000	200 000	175 000	3 523
<b>Après la réfection</b> (Refroidisseurs centrifuges installés)	3 000 000	255 000	250 000	90 000	3 063
<b>Économies annuelles</b>	(300 000)	245 000	(50 000)	85 000	460

<sup>4</sup> En Nouvelle-Écosse, les combustibles fossiles constituent la principale source d'électricité; on a autorisé une production de 0,78 tonne de CO<sub>2</sub> par mégawatt/heure.

**Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez vous adresser à :**

Initiative des Innovateurs énergétiques, Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada, 580, rue Booth, 18<sup>e</sup> étage, Ottawa (Ontario) K1A 0E4  
**Tél. :** (613) 995-6950 • **Télééc. :** (613) 947-4121 • **Site Web :** <http://oe.e.rncan.gc.ca/ie>

*Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route*

L'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada renforce et élargit l'engagement du Canada envers l'efficacité énergétique afin d'aider à relever les défis posés par les changements climatiques.

