

## Nombre moyens de **compresseurs** par jour en fonction dans 25 aréas de la Ville de Montréal

Depuis l'été 2001, 25 glaces (aréas) du territoire de l'ancienne Ville de Montréal sont reliées en réseau au système de télégestion. Cette initiative permet aux employés responsables des aréas d'acquies facilement des statistiques sur le fonctionnement des systèmes frigorifiques et de stocker ces renseignements dans la mémoire d'un ordinateur PC.

En pratique, chaque système de compresseur est muni d'un transformateur de courant (CT) qui agit comme preuve de marche surveillée par le système de télégestion. Une routine de capture de données a été programmé dans le contrôleur de chaque aréna et, à toutes les minutes, la routine interroge en séquence les compresseurs pour déterminer l'état de chacun. Si le compresseur interrogé fonctionne, le chiffre « 1 » est ajouté dans un registre en mémoire, s'il ne fonctionne pas le chiffre « 0 » est ajouté au registre. À la fin de chaque jour, le cumulatif compresseurs-minute par jour (cmp\*min/j) contenu dans le registre, et la date correspondante, sont transférés dans le disque dur d'un serveur raccordé sur le réseau TCP/IP Ville. La base de données ainsi générée est cumulée en format D-Base et le tableur Excel permet d'importer, de filtrer et de traiter les données pour fins d'interprétation. Un filtre a été programmé afin d'éliminer les jours où le cumulatif cmp\*min/j est inférieur à 1, soit lorsque le système frigorifique ne fonctionne pas.

Le cumulatif cmp\*min/j est ensuite divisé par 1440 minutes (soit 24 heures \* 60 minutes/ heures = 1440 minutes), ce qui donne le nombre moyen de compresseurs par jour (cmp/j). Le tableau 1 permet de visualiser une portion de la table de calcul ainsi créée pour l'aréna Camillien-Houde. On peut y voir la somme des compresseurs-minute, le temps d'observation, la date, le nombre moyen de compresseurs par jour ainsi que la puissance frigorifique correspondante exprimée en tonne par jour. Pour bien comprendre ce que représente le cmp/j, il faut supposer que la charge de réfrigération de l'aréna est constante pendant 24 heures.

Le chiffre cmp/j, correspond alors au nombre de compresseurs qu'il faudrait faire fonctionner constamment afin d'absorber ladite charge. Quant à la mesure des tonnes de réfrigération par jour (tonne/j), elle est obtenue de la façon suivante : puisque tous les compresseurs sont de même marque et modèle, soit le CARLYLE 5 h 40, et qu'ils opèrent dans des conditions presque identiques, nous pouvons affirmer que la puissance frigorifique produite par chaque compresseur est 14 tonnes de réfrigération, ce qui permet de transformer les cmp/j en tonne/j. Un tableau semblable au tableau 1 est produit pour chacun des 25 aréas de

Tableau 1  
Aréna Camillien-Houde (0601)

Jour	Mois	Année	Somme des compresseurs minute par jour cmp*min/j	Temps (minutes) d'observation	Omp/j	Tonne/j
23	8	2001	1283	427	3	42
24	8	2001	4087	1442	2,8	39,2
25	8	2001	4842	1440	3,4	47,6
26	8	2001	5678	1440	3,9	54,6
27	8	2001	5217	1445	3,6	50,4
28	8	2001	5150	1430	3,6	50,4
29	8	2001	5278	1446	3,7	51,8
30	8	2001	5180	1451	3,6	50,4
31	8	2001	5139	1442	3,6	50,4
1	9	2001	4840	1440	3,4	47,6
2	9	2001	4545	1440	3,2	44,8
3	9	2001	4700	1443	3,3	46,2
4	9	2001	1361	461	3	42
5	9	2001	3534	991	3,6	50,4
6	9	2001	5111	1445	3,5	49
7	9	2001	5188	1448	3,6	50,4
8	9	2001	5250	1445	3,6	50,4
9	9	2001	5544	1441	3,8	53,2
10	9	2001	5392	1442	3,7	51,8
11	9	2001	5507	1443	3,8	53,2
12	9	2001	5267	1446	3,6	50,4

Cmp/j : nombre de compresseurs nécessaire pour faire fonctionner constamment le système de réfrigération d'un aréna, en supposant que la charge est constante pendant 24 heures.  
Tonne/j : tonnes de réfrigération par jour correspondant.

l'ancienne Ville de Montréal. Dans chacun des cas, la colonne de données cmp/j a été analysée au moyen de la fonction statistique quartile du tableau, ce qui a permis de générer le tableau 2. La valeur quartile se définit de la façon suivante : chacune des trois valeurs de la variable au-dessous desquelles se classent 1/4, 1/2, 3/4 des éléments d'une distribution statistique, ce qui correspond exactement aux colonnes Q1(1/4), Q2(1/2) et Q3(3/4) du tableau 2.

Dans le tableau 2, dans la section tonne/j, nous constatons, en consultant les informations de la colonne Q3, que pour 23 des 25 arénas, la puissance requise est inférieure à 51,8 tonnes. Deux des 25 arénas semblent se distinguer des autres. Dans le cas de l'aréna Maurice-Richard, la puissance requise est de 84 tonnes alors que pour l'aréna Saint-Michel 1, on observe une valeur de 57,4 tonnes. Après vérification auprès du service d'entretien, nous apprenons que les compresseurs de l'aréna Saint-Michel 1 sont relativement vieux, que le système de ventilation est plus puissant que dans les autres arénas et que le chauffage de l'enceinte est plus intensif afin de contrer la formation de glace sur les planchers. L'aréna Maurice-

Richard, quant à lui, est immense par rapport aux autres. Le chauffage est très intensif, la dalle de patinoire est de dimension olympique et le plafond est de couleur bleu-royal.

En règle générale, nous croyons qu'il est possible de diminuer la puissance des systèmes frigorifiques existants et de sélectionner la puissance des nouveaux systèmes en se basant sur les chiffres de réfrigération du quartile Q3, car les 3/4 des éléments de la distribution statistique lui sont inférieures. Nous prévoyons utiliser des systèmes de 56-60 tonnes, ce qui donnera une marge de sécurité par rapport aux observations illustrées à la colonne Q3.

**Tableau 2**  
Nombre moyen de compresseurs par jour pour chaque glace

Nom des glaces Et No. de bâtiment	No. d'identification	Nombre moyen de cmp/jour en fonction					Nombre moyen de tonne/j en fonction					Passes	Mois opération /an	Plafond	Dés humidificateur
		Quartile					Quartile								
		Min	Q1 1/4	Q2 1/2	Q3 3/4	Max	Min	Q1 1/4	Q2 1/2	Q3 3/4	Max				
Aréna Ahuntsic (0315)	1	2,0	2,8	3,0	3,2	6,0	28,0	39,2	42,0	44,8	84,0	4p	8		Aero
Aréna Bill-Durnan (0610)	2	2,1	2,8	3,0	3,1	3,5	29,4	39,2	42,0	43,4	49,0	2p	8		2
Aréna Camillien-Houde (0601)	3	2,0	3,0	3,2	3,4	4,0	28,0	42,0	44,8	47,6	56,0	2p	10,8		2
Aréna Georges-Mantha 2 (0154)	4	1,9	2,8	3,0	3,1	4,4	26,6	39,2	42,0	43,4	61,6	4p	8	Pfe	2
Aréna Sylvio-Mantha 1 (0154)	5	0,0	2,4	2,6	2,9	5,8	0,0	33,6	36,4	40,6	81,2	2p	10,8		2
Aréna Clement-Jette (0480)	6	2,0	3,0	3,3	3,4	5,6	28,0	42,0	46,2	47,6	78,4	2p	10,8		2
Aréna Doug-Harvey (0297)	7	2,1	2,9	3,2	3,5	4,6	29,4	40,6	44,8	49,0	64,4	4p	8		Aero
Aréna Etienne-Desmarteau 1 (0560) Est	8	2,2	2,9	3,0	3,2	3,9	30,8	40,6	42,0	44,8	54,6	4p	8		2
Aréna Etienne-Desmarteau 2 (0560) Ouest	9	2,2	3,2	3,3	3,3	4,0	30,8	44,8	46,2	46,2	56,0	4p	8		2
Aréna Howie-Morenz (0064)	10	1,5	2,9	3,1	3,2	4,0	21,0	40,6	43,4	44,8	56,0	4p	10,8		2
Aréna Jean-Rougeau (0455)	11	1,7	2,7	3,1	3,6	4,0	23,8	37,8	43,4	50,4	56,0	2p	8		Aero
Aréna Marcelin-Wilson (0482)	12	1,8	2,4	2,6	3,0	6,0	25,2	33,6	36,4	41,7	84,0	4p	8		Aero
Aréna Maurice-Richard (0450)	13	1,4	4,8	5,7	6,0	9,0	19,6	67,2	79,8	84,0	126,0	2p	10,8	bleu royal	a/c
Aréna Michel-Normandin (0608)	14	1,6	2,5	2,7	3,1	4,4	22,4	35,0	37,8	43,4	61,6	2p	8	Pfe	2
Aréna Mont-Royal (0479)	15	1,7	2,5	2,8	3,2	5,3	23,8	35,0	39,2	44,8	74,2	4p	8		Aero
Aréna Pere-Marquette (0110)	16	2,1	3,3	3,5	3,6	4,5	29,4	46,2	49,0	50,4	63,0	2p	8		Aero
Aréna Raymond-Prefontaine (0481)	17	1,4	2,3	2,5	2,9	6,0	19,6	32,2	35,0	40,6	84,0	2p	8	Pfe	Aero
Aréna Rene-Masson (0528)	18	0,0	2,1	2,3	2,5	5,0	0,0	29,4	32,2	35,0	70,0	2p	10,8	Pfe	2
Aréna Rodrigue-Gilbert 1 (0763) Nord	19	0,0	2,9	3,2	3,4	5,5	0,0	40,6	44,8	47,6	77,0	2p	10,8		2
Aréna Rodrigue-Gilbert 2 (0763) Sud	20	0,4	2,6	3,0	3,3	4,3	5,6	36,4	42,0	46,2	60,2	2p	8		2
Aréna Saint-Charles (0263)	21	2,0	2,5	2,9	3,1	4,0	28,0	35,0	40,6	43,4	56,0	2p	8		Aero
Aréna Saint-Donat (0276)	22	2,0	3,1	3,6	3,7	5,9	28,0	43,4	50,4	51,8	82,6	4p	8		Aero
Aréna Saint-Louis (0609)	23	1,7	2,7	3,0	3,3	5,5	23,8	37,8	42,0	46,2	77,0	2p	8		2
Aréna Saint-Michel 1 (0196) Nord	24	1,9	3,3	3,7	4,1	6,0	26,6	46,2	51,8	57,4	84,0	2p	10,8	Pfe	nil
Aréna Saint-Michel 2 (0196) Sud	25	2,0	3,0	3,2	3,5	6,0	28,0	42,0	44,8	49,0	84,0	2p	10,8		2

Quartile : Chacune des trois valeurs de la variable au-dessous desquelles se classent 1/4, 1/2, 3/4 des éléments d'une distribution statistique. Q2 est la médiane.

Tous les compresseurs sont des Carlyle 5h40, moteur ouvert entraînement direct

Aero = aérothermes qui chauffent pour déshumidifier

Pfe = Plafond à faible émissivité

D'ici à ce que les systèmes soient remplacés au complet, nous devons entretenir les systèmes existants et les rendre plus performants. À preuve, au printemps 2002, nous avons remplacé un évaporateur de type DX (coquille et tubes) à l'aréna Marcelin-Wilson. L'ancien évaporateur contenait trois circuits de réfrigération alors que le nouveau en contient seulement deux. Cependant, la surface d'échange est beaucoup plus grande ce qui permet de remonter la température de succion du compresseur et améliore l'efficacité du système frigorifique. L'objectif de ce remplacement est de réduire le nombre de compresseurs en fonction et les frais d'entretien inhérent, de réduire les fuites de réfrigérant réelles et potentielles [qui affectent la couche d'ozone et contribuent à l'effet de serres], et réduire l'appel de puissance électrique, ce qui entraîne en retour une réduction de la facture d'énergie.

## Conclusion

À la lumière des résultats de la présente étude, nous avons déjà commencé à sabrer dans la puissance des systèmes frigorifiques existants en abandonnant un ou deux des six circuits de réfrigération d'un aréna. Le nouvel évaporateur sur dimensionné permet de diminuer le ratio Bhp/tonne de chaque compresseur que l'on conserve en augmentant sa température de succion. Cette stratégie vise la réduction des fuites de réfrigérants ainsi qu'une réduction de l'appel de puissance électrique. Nous continuons cependant à accumuler de l'information qui servira lorsque sera venu le temps

de remplacer les systèmes frigorifiques en entier dans nos arénas. Nous aurons alors en main des données fiables qui nous permettront de sélectionner des systèmes de 56-60 tonnes appropriés tout en étant confiants qu'il s'agit de la bonne mesure de puissance requise. Par ailleurs, l'outil d'analyse que nous avons développé est utile pour comparer la performance relative des arénas. En effet, cela permet de faire ressortir les différences significatives, de poser les bonnes questions, de mettre en place les correctifs requis et d'en surveiller l'application.

(\*) Claude Dumas est ingénieur à la Ville de Montréal.

## Abonnez-vous à « La Maîtrise de l'énergie »

**Pour recevoir la seule et unique revue traitant d'efficacité énergétique au Québec, nous vous invitons à souscrire à l'abonnement d'un ou deux ans.**

**Cette revue trimestrielle est axée sur des réalisations concrètes, des technologies efficaces et des renseignements sur les divers programmes d'incitation à l'utilisation et la gestion efficace de l'énergie.**

**En plus de vous informer sur des thèmes fort intéressants liés à l'efficacité énergétique, la revue « La Maîtrise de l'énergie » vous captivera par ses chroniques :**

- Profil d'un énergiste
- Nouveaux membres
- Nouveaux produits
- Nouvelles
- À lire
- Vie de l'association
- Nouvelles des grands partenaires



- 1 an (4 numéros) = 39,95 \$ plus les taxes
- 2 ans (8 numéros) = 69,95 \$ plus les taxes

**Pour commander, veuillez remplir la section suivante et la retourner à l'AQME par télécopieur au (514) 874-1272 ou par la poste au 934, rue Sainte-Catherine Est, bureau 220, Montréal (Québec) H2L 2E9 Téléphone (514) 866-5584**

Mode de paiement

- Visa
- Master Card
- Chèque
- Facture

Numéro de la carte :

Expiration :

Signature :

Nom

Nom de l'entreprise

Adresse

Ville

Téléphone

Courriel

Code postal

Télécopieur