

Par :  
Claude Dumas\*, ing.

## Alimentation électrique des câbles chauffants sous la dalle des aréas. Un exemple

Un investissement en économie d'énergie qui se récupère instantanément? Oui, ça existe encore! Nous en avons identifié cinq projets en janvier 2002 lors d'une visite des aréas des Ville de banlieues et deux autres dans les aréas de la Ville de Montréal, pour un total de sept. Nous illustrons ici un de ces projets.

La figure 1 montre l'alimentation des câbles chauffants sous la patinoire de l'Aréna Camillien-Houde, une patinoire construite en 1979. Il s'agit d'un détail de construction typique de l'époque et que l'on retrouvera dans plusieurs installations d'aréas au Québec.

Les câbles chauffant sont au nombre de six, la marque est PYROTENAX, le modèle est le /R20C/1890J/6370/347/10J/10VC. Le chiffre 1890 est la longueur du câble en pieds. Le chiffre 6370 est la puissance du câble en watts. Le chiffre 347 est la tension sur le câble en Volts. Nous pouvons calculer la puissance du système de chauffage, soit:  
 $6 \text{ câbles} * 6370 \text{ W/câble} * \text{kW}/1000 \text{ W} = 38,2 \text{ kW}$ .

Le système de câbles (38,2 kW) chauffe sous la patinoire, un second système de câbles de (1,0 kW) chauffe sous le caniveau des collecteurs. Les dimensions d'une glace nord américaine sont 200 pi x 85 pi. Les coins ont un rayon de 28 pi, ce qui donne une patinoire de 16327 pi<sup>2</sup>. Le ratio de puissance de chauffage unitaire sous dalle est actuellement de:  $38200 \text{ W}/16327 \text{ pi}^2 = 2,34 \text{ W}/\text{pi}^2$ .

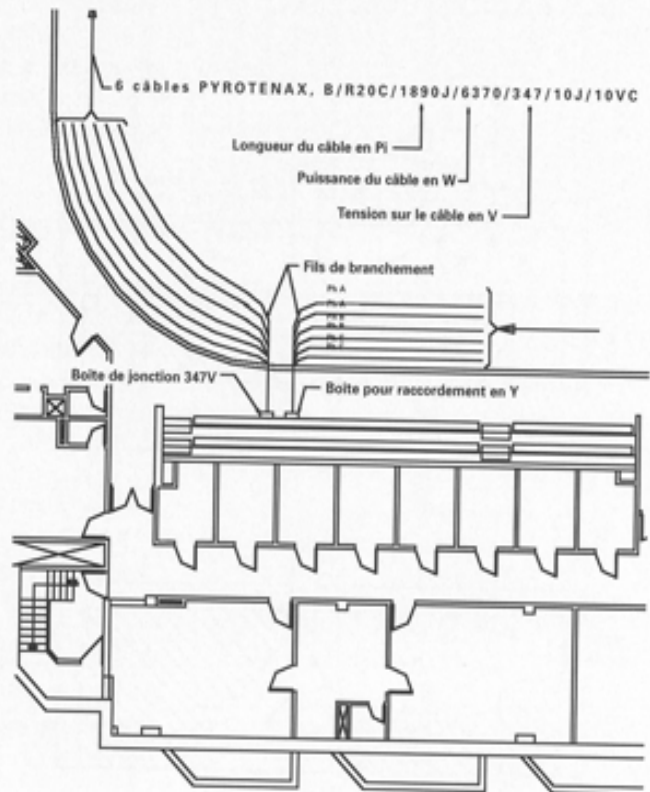
Par ailleurs, nous savons que 7,5 kW de chauffage sera suffisant pour chauffer le dessous d'une dalle de patinoire ainsi que sous le caniveau afférent (Dumas 2001).

Dans cet exemple, nous pouvons affirmer que le système de chauffage est trop puissant et qu'il pénalise inutilement la facture d'électricité. L'appel de puissance du système de chauffage sous la dalle est de 38,2 kW, ce qui s'ajoute à l'appel de puissance de l'aréa (éclairage, compresseurs, etc.) car ce chauffage est requis en période de pointe d'hiver.

Il est donc possible de réduire l'appel de puissance de 28,6 kW, ce qui, selon le tarif « M » actuellement en vigueur, nous fera économiser de façon récurrente  
 $28,6 \text{ kW} * 11,97 \text{ \$/kW} * 1,07 \text{ (TPS)} * 1,075 \text{ (TVQ)} * 12 \text{ mois/an} = 4725 \text{ \$/an}$ .  
Il n'y aura pas d'économie sur la consommation d'énergie en kWh.

Toutefois, le cycle de fonctionnement du système de chauffage sera beaucoup plus stable qu'avant la modification, ce qui devrait améliorer le facteur d'utilisation. Le raccordement électrique est en « Y » et chacune des phases alimente deux câbles de chauffage sous une tension de 347V. Voir la figure 2 pour le détail du circuit de raccordement. La loi d'Ohms pour le courant alternatif, exprimé par la formule  $E=IZ$  nous permet de calculer le courant (I) qui circule dans le câble ainsi que l'impédance (Z) du câble. La puissance développée dans un circuit alimenté par le courant alternatif est exprimé par la formule suivante:

Figure 1  
Alimentation des câbles chauffants sous la dalle de patinoire



$P=EI \cos\theta$ . Or pour un circuit purement résistif, ce qui correspond à notre cas, l'angle  $\theta = 0^\circ$  ce qui donne une valeur de  $\cos \theta = 1$ , donc la formule précédente devient:  $P = EI$ .

**P** est la puissance en **Watts (W)**

**E** est le voltage en **Volts (V)**

**I** est le courant en **Ampères (A)**

**Z** est l'impédance en **Ohms ( $\Omega$ )**

$\theta$  est l'angle de phase en **degré ( $^\circ$ )**

Le courant qui circule dans le câble est:

$$I=P/E$$

$$6370 \text{ W}/347 \text{ V} = 18,4 \text{ A}$$

L'impédance (résistance) du câble en Ohms est:

$$Z=E/I$$

$$347\text{V}/18,4\text{A} = 18,9 \text{ Ohms}$$

Si nous raccordons deux câbles en série, le circuit résultant aura une impédance (Z) de:

$$2 \text{ câbles} * 18,9 \text{ Ohms} = 37,8 \text{ Ohms}$$

# vestissement en économie d'énergie qui se récupère instantanément!

Voir la figure 3 pour une illustration du nouveau circuit de raccordement. La loi d'Ohms nous permet de calculer le circuit résultant. Le courant qui circule dans le câble est:

$$I = E/Z$$
$$347V/37,8 \text{ Ohms} = 9,2 \text{ A}$$

La puissance du circuit résultant est:

$$P = EI$$
$$347 \text{ V} * 9,2 \text{ A} = 3192 \text{ W}$$

Nous pouvons donc calculer la puissance du système de chauffage modifié, soit:

$$3 \text{ circuits} * 3192 \text{ W/circuit} * \text{kW}/1000 \text{ W} = 9,6 \text{ kW.}$$

Suite à la modification, le ratio de puissance unitaire sera  $9600 \text{ W}/16327 \text{ pi}^2 = 0,59 \text{ W}/\text{pi}^2$ .

En terminant, notons qu'il est important de consulter les plans de construction d'origine pour bien vérifier où sont situés les câbles chauffants. Par ailleurs, il est également important de répondre aux questions suivantes afin d'évaluer la possibilité d'effectuer les travaux suggérés:

- Le niveau des collecteurs est-il chauffé par le même système de câbles qui servent à chauffer sous la dalle?
- Quel est le ratio de puissance unitaire existant? Comment le ratio se compare avec celui du système de chauffage sous la dalle?
- Combien de câbles composent l'installation? Trois ou six câbles?
- Peut-on modifier à peu de frais les raccords électriques pour réduire la puissance du système de chauffage?
- Doit-on ajouter un transformateur?

## Conclusion

Une installation de six câbles peut être modifiée à peu de frais. Une installation de trois câbles peut aussi être modifiée mais les coûts seront supérieurs car l'installation requiert l'ajout d'un transformateur que l'on doit faire fabriquer spécialement pour abaisser la tension sur le câble.

Dans notre exemple, la puissance du système de chauffage modifié (9,6 kW) est plus que suffisante pour chauffer le sol sous la dalle de la patinoire. Nous pouvons donc réduire l'appel de puissance de 28,6 kW, ce qui, selon le tarif « M » présentement en vigueur, nous fera économiser de façon récurrente 4725 \$/an. C'est un projet qui peut se réaliser à peu de frais, ce qui assure un remboursement rapide de l'investissement. ■

## Références

Dumas Claude, HVAC-Rinks Subfloor Heating for freeze Protection, HPACMagazine, p. 16-20, November/December 2001. <http://www.hpacmag.com>

Figure 2  
Système de chauffage 38,2 kW

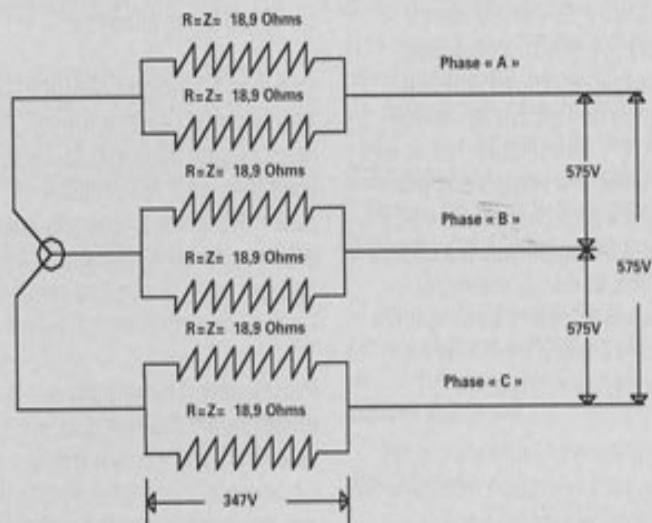
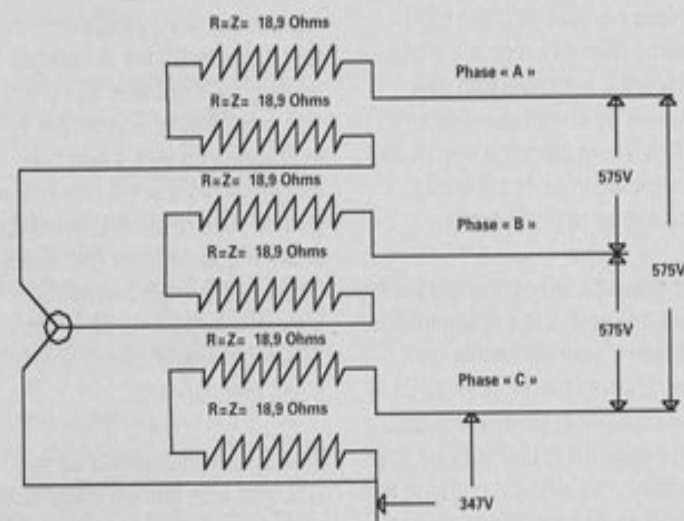


Figure 3  
Système de chauffage 9,6 kW



(\*) Claude Dumas est ingénieur aux  
Service des immeubles de la Ville de Montréal.