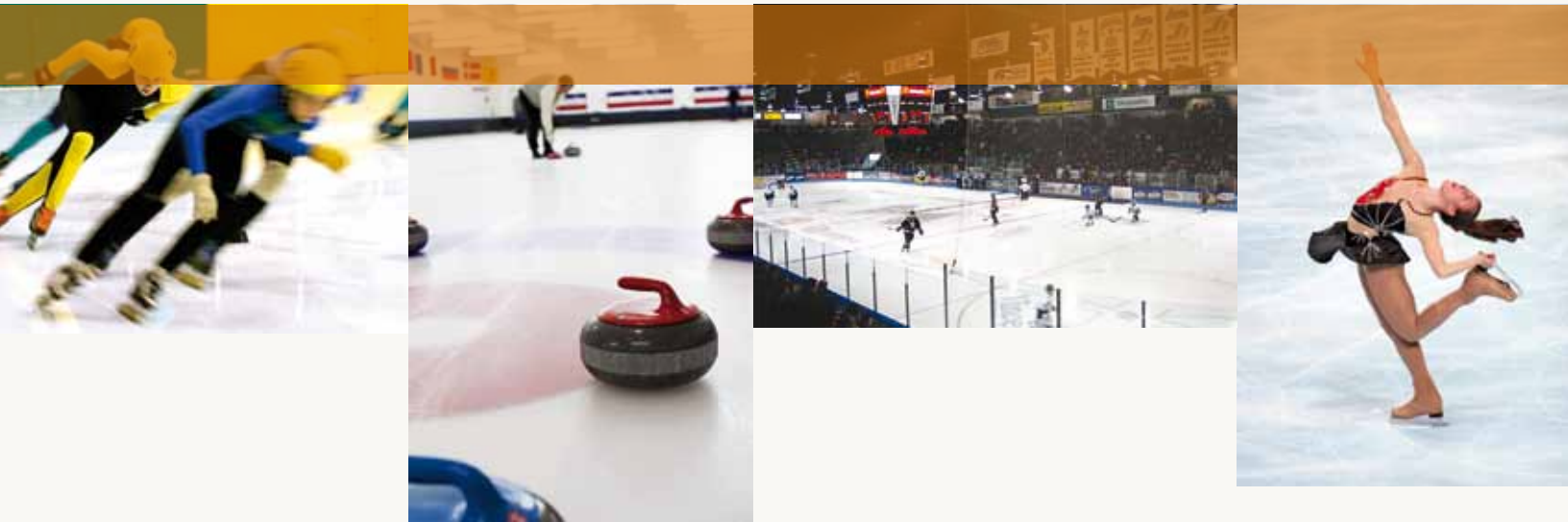




POUR PLUS D'INFORMATION :

www.aee.gouv.qc.ca
1 877 727-6655

**Agence de l'efficacité
énergétique**
Québec 



Agence de l'efficacité énergétique

PROGRAMME D'OPTIMISATION EN RÉFRIGÉRATION (OPTER)

Volet aréas et centres de curling

Fiche technique

Le remplacement du R-22
dans les systèmes de réfrigération
des aréas

AGENCE DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

5700, 4^e Avenue Ouest, RC, Québec (Québec) G1H 6R1

Téléphone : 418 627-6379 • Ligne sans frais : 1 877 727-6655

Télécopieur : 418 643-5828

Site Internet : www.aee.gouv.qc.ca

Courriel : aee@aee.gouv.qc.ca

© Gouvernement du Québec 2011

Dépôt légal - 1^{er} trimestre 2011

Bibliothèque nationale du Québec

ISBN : 978-2-550-61957-4

Numéro de publication : AEE-11-05-17

Le contenu de cette fiche a été développé en collaboration avec CanmetÉNERGIE de Varennes.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|----|
| CONTEXTE | 4 |
| OPTIONS DE RECHANGE | 5 |
| Les principaux réfrigérants et leurs impacts environnementaux | 6 |
| Remplacer le R-22 par un autre réfrigérant en conservant les équipements existants | 7 |
| Remplacer complètement le système de réfrigération et le type de réfrigérant | 8 |
| CONCLUSION | 10 |
| RÉFÉRENCES | 10 |

CONTEXTE

Plus de 65 % des arénas et des centres de curling du Québec utilisent le réfrigérant hydrochlorofluorocarbure (HCFC) R-22 dans leurs systèmes de réfrigération. Ce R-22 fait partie des substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO) dont l'usage a été réglementé par les gouvernements à la suite de l'adoption du Protocole de Montréal.

Les lois et règlements du Québec et du Canada concernant les réfrigérants se divisent en deux groupes : les lois pour la protection de l'environnement et les lois pour la sécurité publique. Les lois pour la protection de l'environnement (1) (2) (3) (4) visent à diminuer les émissions de substances qui appauvrissent la couche d'ozone et à minimiser l'accroissement de l'effet de serre de ces émissions. L'allocation de R-22 et de tous les HCFC est réglementée par ces lois jusqu'à l'élimination complète de ces substances. Les HFC sont réglementés par ces mêmes lois, mais l'allocation n'est pas limitée et ils ne seront pas éliminés. Les lois pour la sécurité publique réglementent la conception, la fabrication, les matériaux, les réfrigérants, l'installation et la vérification des équipements de réfrigération. Le Code de réfrigération mécanique B52 (5) est certainement la norme la plus importante pour le remplacement du R-22 dans les arénas du Québec. Une autre loi influence directement le remplacement du R-22 : il s'agit des Règlements sur les mécaniciens de machines fixes (7) (8) qui déterminent le type de surveillance requis et la qualification du personnel.

Depuis le 1^{er} janvier 2010, l'allocation de production de R-22 se limite à 35 % de celle de l'année de référence 1996 (4). Cette diminution se poursuivra pour atteindre 10 % en 2015 et 0,5 % en 2020 (4). Les arénas ont besoin de R-22 pour assurer le fonctionnement et l'entretien de leur système de réfrigération. La rareté du R-22 et l'augmentation inexorable de son prix forceront les gestionnaires d'arénas à remplacer ce réfrigérant ou encore tout le système de réfrigération. Plusieurs solutions, assorties d'une vaste gamme de coûts, seront offertes à la plupart des municipalités. Pour faire un choix éclairé parmi ces solutions, il faut bien comprendre les conséquences tant pour la sécurité et l'environnement que pour les frais d'exploitation et d'entretien.

OPTIONS DE RECHANGE

Quels réfrigérants peuvent remplacer le R-22? L'ammoniac, les hydrofluorocarbures (HFC), le CO₂ et peut-être, dans quelques années, les hydrofluoro-oléfine (HFO). Les réfrigérants ayant un indice d'inflammabilité élevé, comme les hydrocarbures (par exemple le propane), ne sont pas permis dans les lieux publics selon le Code de réfrigération mécanique B52 (Code B52) (4) (5).

Il faut en premier lieu définir ce qu'est un réfrigérant. Selon la norme B-52 de l'Association canadienne de normalisation, *un fluide frigorigène (réfrigérant) absorbe la chaleur à basse température et à basse pression, change d'état et rejette la chaleur à une température et à une pression plus élevées*. La principale propriété des fluides frigorigènes est leur grande volatilité dans des conditions normales de température et de pression, soit en atmosphère normalisée. Ainsi, un réfrigérant peut s'évaporer à basse température et se condenser à haute température, en fonction de la pression du système. Nous pourrions avoir une mare de R-22 liquide, seulement si la température de cette mare était inférieure à -40 °C à la pression atmosphérique. À une température plus élevée, à la pression atmosphérique, la mare de R-22 se mettrait à bouillir pour s'évaporer complètement après un certain temps. C'est pourquoi, en raison de leur très grande volatilité aux températures ambiantes, les réfrigérants sont confinés dans le système le plus étanche possible.

Malgré toutes les précautions des frigoristes pour assurer l'étanchéité des systèmes, ceux-ci ont inévitablement des fuites de réfrigérants qui s'échappent à l'atmosphère. En raison de leur grande volatilité, les réfrigérants atteignent parfois les hautes couches de l'atmosphère, dont la couche d'ozone, pour réagir chimiquement avec les autres composants qui s'y trouvent. Le potentiel de destruction de la couche d'ozone (PDO) est l'indice utilisé pour caractériser l'effet du réfrigérant sur la couche d'ozone. Le R-22 est un réfrigérant qui contribue à l'appauvrissement de la couche d'ozone. D'autres types de réfrigérant, par exemple les HFC, n'affectent pas la couche d'ozone mais absorbent le rayonnement solaire pour contribuer à augmenter l'effet de serre de la couche atmosphérique. En effet, les HFC les plus utilisés ont un potentiel de réchauffement global (PRG) 1 500 à 4 000 fois plus grand que le CO₂, ce qui n'est pas acceptable à l'égard des changements climatiques. Les réfrigérants dits écologiques ont des indices de PRG et de PDO faibles, comme l'ammoniac et le dioxyde de carbone, et constituent des solutions acceptables du point de vue environnemental.

Les principaux réfrigérants et leurs impacts environnementaux

| RÉFRIGÉRANTS | COMPOSANTS | PRG ¹ | PDO ² |
|--------------|--------------------|------------------|------------------|
| R-717 | Ammoniac | 0 | 0 |
| R-744 | Dioxyde de carbone | 1 | 0 |
| HCFC-R22 | Pur | 1 810 | 0,055 |
| HFC-R134a | Pur | 1 430 | 0 |
| HFC-R404a | R-125 /143a/134a | 3 900 | 0 |
| HFC-R407a | R-32/125/134a | 2 100 | 0 |
| HFC-R407c | R-32/125/134a | 1 800 | 0 |
| HFC-R417a | R-125/134a/600 | 2 300 | 0 |
| HFC-R422a | R-125/134a/600a | 3 100 | 0 |
| HFC-R422d | R-125/134a/600a | 2 700 | 0 |
| HFC-R427a | R-32/125/143a/134a | 2 100 | 0 |
| HFC-R507a | R-125 /143a | 4 000 | 0 |

¹ PRG : potentiel de réchauffement global

² PDO : potentiel de destruction de la couche d'ozone

Source : *ASHRAE Handbook Fundamentals 2009, Refrigerants*

Parmi les réfrigérants de remplacement proposés, l'ammoniac a un indice PRG de 0 et il n'affecte pas la couche d'ozone, car il a un potentiel de destruction de la couche d'ozone de zéro. La raison principale est sa haute réactivité avec les molécules d'eau présentes dans l'air : la molécule d'ammoniac réagit chimiquement dès qu'elle entre en contact avec ces molécules. Ce phénomène l'empêche d'exister longtemps dans l'atmosphère à l'état pur et sous forme gazeuse. Cela en fait néanmoins un produit très toxique pour ceux qui y sont exposés. En effet, l'ammoniac réagissant avec l'eau forme un composé appelé l'ammoniaque dont les propriétés sont irritantes et corrosives.

Le CO₂ est aussi utilisé comme réfrigérant. Malgré qu'il soit un gaz à effet de serre, les fuites de CO₂ réfrigérant ont un impact environnemental faible, en comparaison aux fuites similaires de HFC.

Les HFO sont les derniers nés des réfrigérants de synthèse. Ces molécules satisfont aux exigences de la réfrigération sans affecter la couche d'ozone. Leur indice de PRG est de 4 à 600 environ, ce qui offre un avantage marqué par rapport au HFC dont la plupart possèdent des indices plus élevés. Ces molécules, développées surtout pour répondre à la réglementation sévère visant la climatisation automobile, pourraient aussi être utilisées en réfrigération commerciale, d'ici quelques années. Les HFO seront utilisés prochainement en Europe, mais ils ne sont pas encore offerts en Amérique du Nord.

Dans les aréas et les centres de curling où l'on souhaite éliminer le R-22 ou modifier certains équipements vétustes, plusieurs solutions sont proposées. Les gestionnaires peuvent décider de changer le type de réfrigérant dans un système de réfrigération en bon état, ou simplement saisir l'occasion de remplacer le réfrigérant et le système déjà en fin de vie utile.

Remplacer le R-22 par un autre réfrigérant en conservant les équipements existants

Le changement de réfrigérant dans un système dépend principalement de l'état de fonctionnement du système de réfrigération. Seule une étude de faisabilité portant sur les aspects financiers des coûts d'investissement et d'exploitation, en fonction de la vie résiduelle des équipements, peut déterminer la rentabilité de remplacer le R-22 par un autre réfrigérant. Si le système n'offre que quelques années de vie utile, le coût de la conversion pourrait s'avérer non rentable.

Le remplacement du R-22 par un autre réfrigérant consiste d'abord à vidanger le système, à récupérer ce réfrigérant et à prendre toutes les dispositions nécessaires pour en disposer, conformément aux lois et règlements applicables en vigueur (1) (2). Ensuite, le système est rempli avec le nouveau réfrigérant, fait d'un mélange de HFC conçu pour fonctionner avec les mêmes équipements. Selon le réfrigérant choisi, d'autres travaux peuvent être nécessaires pour rendre le système conforme, tels que la vidange du lubrifiant, le remplacement de certains joints d'étanchéité en élastomère ou le remplacement de certaines valves.

Les études indiquent généralement que les substituts du R-22 entraînent une diminution de la puissance et de l'efficacité du système de réfrigération. Il faut donc s'assurer que cette perte de puissance n'affectera pas la qualité de la glace. En effet, la conception des systèmes de réfrigération est fortement liée au type de réfrigérant choisi au départ. Les conditions de pression et de température, la compatibilité du réfrigérant avec les matériaux et le type de lubrifiant requis dans le compresseur original ne peuvent être parfaitement reproduits avec les réfrigérants de remplacement. Les paramètres de fonctionnement du système doivent être revus par les concepteurs, afin de confirmer le choix et les possibilités d'adaptation du système à un nouveau réfrigérant.

L'ammoniac ne peut pas être utilisé pour remplacer le R-22 dans un système existant, parce qu'il est incompatible avec les composants et les matériaux. La situation prévaut également pour le CO₂.

Il faut se rappeler que les HFC qui remplaceront le R-22 sont de puissants gaz à effet de serre (voir le tableau *Les principaux réfrigérants*). On peut diminuer leur impact en réduisant au minimum la quantité de réfrigérant utilisée dans le système. Il est possible d'utiliser une boucle secondaire en ajoutant un échangeur de chaleur entre le condenseur, situé à l'extérieur de l'aréna, et le système de réfrigération dans la salle mécanique. Cette façon de concevoir le système réduit la quantité de réfrigérant de 75 % ou plus, ce qui atténue considérablement les répercussions d'une fuite éventuelle du réfrigérant de remplacement, puisque le réseau de circulation du HFC est réduit de même que les possibilités de fuites.

Remplacer complètement le système de réfrigération et le type de réfrigérant

Le remplacement complet du système de réfrigération est plus coûteux que le remplacement du réfrigérant. Parmi les solutions proposées, on trouve : les systèmes à l'ammoniac, les systèmes au HFC et les systèmes au CO₂.

L'utilisation de l'ammoniac dans les systèmes de réfrigération pour les surfaces glacées d'aréna et de centres de curling date du début du vingtième siècle. Ces appareils sont classés dans la catégorie présentant une qualité industrielle, ce qui se reflète dans les coûts d'achat et d'installation. Ils sont offerts en unités monoblocs, biblocs ou assemblés sur place. Avec un entretien préventif régulier, leur durée de vie utile est estimée de 25 à 40 ans. L'ammoniac utilisé en réfrigération permet un rendement énergétique exceptionnel. La molécule d'ammoniac existe dans la nature, mais l'ammoniac utilisé pour la réfrigération est issu d'un procédé chimique utilisant des hydrocarbures et de l'azote gazeux, dans lequel le CO₂ est un sous-produit. Au Québec, l'utilisation de l'ammoniac est soumise à une réglementation sévère en raison de sa toxicité élevée. Les systèmes de réfrigération à l'ammoniac doivent être installés dans un local technique de classe T, ce qui n'est pas requis pour les systèmes existants au R-22.

Les principales exigences du Code B52 pour le local technique classe T sont les suivantes :

- pas de flamme ou de surface à plus de 427 °C;
- étanchéité et résistance au feu de parois d'au moins une heure;
- vestibule donnant accès au local;
- porte donnant accès directement à l'extérieur;
- ventilation mécanique indépendante de celle du bâtiment et reliée à un détecteur de fuite.

Le remplacement d'un système au R-22 par un système à l'ammoniac nécessite donc des modifications au bâtiment existant, ce qui peut conduire à la reconstruction complète du local technique.

Les puissances électriques installées dans les aréna, environ 275 kW (75 tonnes) exigent normalement la surveillance quotidienne d'un mécanicien de machine fixe, qualifié selon les lois et règlements sur les mécaniciens de machines fixes (7) (8). L'embauche d'un mécanicien de machine fixe représente une dépense supplémentaire, et souvent un problème organisationnel pour les gestionnaires d'aréna. L'installation d'un système de réfrigération à l'ammoniac dans un lieu public comme un aréna impose une analyse de risque et l'établissement d'un plan d'urgence, développé conjointement avec les services publics de sécurité. Ce plan d'urgence doit être partagé avec les établissements voisins afin de les informer des procédures à prendre en cas d'incident.

Les systèmes de réfrigération au HFC sont par leur nature plus compatibles avec les exigences des systèmes existants au R-22. Rappelons cependant que les HFC sont de puissants gaz à effet de serre dont il faudrait limiter la quantité dans un système. Bien qu'incomplète, la liste des principaux HFC offerts est fournie dans le tableau des réfrigérants. Tous ces HFC, sauf le R-134a, sont des mélanges de deux ou trois réfrigérants. Depuis quelques années, le R-404a est le HFC le plus utilisé dans les nouveaux équipements de réfrigération installés dans les arénas.

Les équipements de réfrigération qui seront offerts pour les arénas utilisant les réfrigérants HFC sont de qualité commerciale ou industrielle. Comme les systèmes à l'ammoniac, ils se présentent en unités monoblocs, biblocs ou sont assemblés sur place. Le prix d'acquisition de ces équipements est inférieur à ceux à l'ammoniac, par contre les frais d'exploitation sont habituellement plus élevés. Ces réfrigérants ne sont ni toxiques ni inflammables et peuvent être installés dans le local technique abritant les systèmes existants. Le Code B52 définit la classification des réfrigérants selon le degré de toxicité et d'inflammabilité. Les quantités de réfrigérants, toxiques ou non, sont aussi limitées par ce code. Les systèmes aux HFC ne nécessitent pas de surveillance périodique par un mécanicien de machines fixes (7) (8).

Les nouveaux systèmes de réfrigération au CO₂ seront aussi offerts pour les arénas. Même s'ils sont encore peu connus dans ce milieu, ils sont néanmoins adoptés de plus en plus dans les supermarchés. Cette technologie suscite un grand intérêt en réfrigération. Le CO₂ est connu comme réfrigérant depuis aussi longtemps que l'ammoniac, mais son utilisation a disparu dans les années 30, après la mise en marché des chlorofluorocarbures (CFC) et des HCFC. Le CO₂ utilisé en réfrigération est un sous-produit de l'industrie et il est très peu coûteux. Comme les HFC, le CO₂ n'est ni toxique ni inflammable, ce qui en fait un produit d'usage sécuritaire. Le coût des équipements reste plus difficile à prévoir. Toutefois, l'expérience vécue dans le secteur des supermarchés, après une vingtaine d'installations, laisse présager que les systèmes au CO₂ seront concurrentiels avec les systèmes aux HFC.

CONCLUSION

Les choix qui s'offrent pour remplacer le R-22 sont variés et, dans certains cas, complexes. Il n'existe pas de solution unique, mais bien une multitude de solutions pour répondre aux besoins et aux exigences multiples des arénas et des centres de curling. Les systèmes à l'ammoniac et au CO₂ sont probablement les meilleurs choix à long terme. Par contre, les systèmes aux HFC représentent une solution de transition, laquelle faciliterait ce changement obligé pour plusieurs arénas tout en permettant à leurs usagers de pratiquer leurs sports favoris pour plusieurs années à venir.

RÉFÉRENCES

- (1) Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP)
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/air/halocarbures/index.htm#principales>
- (2) Règlement sur les halocarbures c.Q-2, r. 15.01
- (3) Règlement fédéral sur les halocarbures (2003) SOR/2003-289 DORS/2003-289, Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)
- (4) Règlement sur les substances appauvrissant la couche d'ozone (1998) SOR/99-7 DORS/99-7, Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)
- (5) Code de réfrigération mécanique B52, Association canadienne de normalisation
- (6) B52 Information Bulletin, *Use of hydrocarbon refrigerants in new equipment and as drop-in replacements for other classes of refrigerants in Existing Systems*, Canadian Standard Association (Association canadienne de normalisation)
- (7) Loi sur les mécaniciens de machines fixes, L.R.Q. M-6
- (8) Règlements sur les mécaniciens de machines fixes, L.R.Q. M-6, r.1

