



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada



ÉTUDE DE CAS

# Le CO<sub>2</sub> pour la distribution du froid dans un supermarché de Loblaw



Canada



## SOMMAIRE

Pendant plusieurs années, la société Loblaws Inc. a misé sur des technologies de réfrigération innovatrices. En s'appuyant sur ses succès passés, la compagnie multinationale a ouvert en 2008, à Scarborough (ON), le premier supermarché canadien à utiliser le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) comme fluide caloporteur pour les comptoirs d'aliments surgelés. Depuis l'ouverture du magasin, un ensemble de données d'opération a été enregistré et analysé. Les résultats de l'analyse des données ont permis de confirmer que le système à boucle secondaire au  $\text{CO}_2$  installé dans le supermarché de Scarborough constitue une alternative avantageuse aux systèmes conventionnels à détente directe (DX) que l'on retrouve dans la plupart des supermarchés canadiens.

Le supermarché de Scarborough émet environ 2 700 t éq.  $\text{CO}_2$  de moins de gaz à effet de serre (GES) qu'un supermarché conventionnel de même importance au Canada. Ceci est attribuable à l'utilisation de systèmes de réfrigération à boucle secondaire et à l'implantation de plusieurs mesures d'efficacité énergétique liées à la conception et à l'opération du système de réfrigération. Parmi ces mesures, on note : le sous-refroidissement mécanique, l'opération à pression de condensation variable, la récupération de chaleur et l'intégration du système de réfrigération avec le système de chauffage, ventilation et climatisation (CVC) du bâtiment.

## CONTEXTE

### **LA RÉFRIGÉRATION DANS LES SUPERMARCHÉS, SOURCE IMPORTANTE DE GES**

L'exploitation des supermarchés engendre des émissions importantes de GES. Les deux sources importantes d'émissions de GES sont les fuites de réfrigérants de synthèse et la consommation d'énergie. La plupart des systèmes de réfrigération des supermarchés au Canada utilisent des systèmes DX. Ces systèmes utilisent environ 1 000 à 1 500 kg de réfrigérant de synthèse (HCFC ou HFC). Ce réfrigérant circule sous haute pression, de la salle des machines aux comptoirs réfrigérés, et ce, dans des kilomètres de conduits à travers des centaines de joints assemblés par brasage. On estime qu'environ 10 à 30 % de cette charge de réfrigérant s'échappe annuellement dans l'atmosphère. Les réfrigérants de synthèse sont de puissants GES – 1 500 à 4 000 fois plus dommageables que le CO<sub>2</sub>.

### **LES SYSTÈMES À BOUCLE SECONDAIRE COMME ALTERNATIVE AUX SYSTÈMES DX**

Les systèmes à boucle secondaire permettent des réductions importantes de la charge de réfrigérant de synthèse par rapport aux systèmes DX conventionnels. Donc, les systèmes à boucle secondaire constituent une alternative très prometteuse pour réduire les émissions de GES. Au cours des 10 dernières années, on a observé un intérêt grandissant pour les boucles secondaires au propylène glycol pour les produits réfrigérés, comme la viande, les produits laitiers et les autres produits. Aujourd'hui, ces systèmes à boucle secondaire sont installés dans environ 10 % des supermarchés de la société Loblaw. Ces systèmes sont habituellement utilisés pour réduire la charge de réfrigérant, mais ils augmentent aussi la qualité des produits alimentaires et diminuent les coûts d'entretien.

L'utilisation de boucles secondaires pour les surgelés a toutefois été retardée par le manque de fluide caloporteur approprié. Les fluides caloporteurs à -28 °C (-19 °F) sont soit très visqueux, très coûteux ou très corrosifs. Depuis le début des années 2000, des douzaines de systèmes à boucle secondaire utilisant des saumures ont été installés. Les saumures possèdent des caractéristiques intéressantes comme fluide caloporteur, mais celles-ci provoquent un vieillissement prématuré des matériaux, et par conséquent, une augmentation des coûts d'entretien. Le CO<sub>2</sub> s'avère un excellent fluide caloporteur pour les boucles secondaires pour les surgelés. Le CO<sub>2</sub> n'est ni visqueux, ni coûteux, ni corrosif comme les saumures et ses caractéristiques comme fluide caloporteur sont supérieures à celles des saumures.

### **STATUT DE L'UTILISATION DU CO<sub>2</sub> COMME FLUIDE SECONDAIRE**

Le CO<sub>2</sub> est de plus en plus populaire dans les systèmes de réfrigération en Europe, particulièrement en Allemagne et dans les pays scandinaves, qui ont acquis une grande expérience avec plus d'une centaine d'installations au CO<sub>2</sub>. En 2008, Loblaw a décidé de continuer à innover en installant un système de réfrigération à boucle secondaire au CO<sub>2</sub> pour les comptoirs de surgelés dans leur nouveau Superstore de Scarborough en Ontario.

# DESCRIPTION DU SUPERSTORE DE SCARBOROUGH ET DE SON SYSTÈME DE RÉFRIGÉRATION

## DESCRIPTION DU SUPERSTORE

Le Superstore de Scarborough fait partie de la chaîne Loblaws. Le bâtiment de 13 935 m<sup>2</sup> (150 000 pi<sup>2</sup>) a été conçu selon les standards LEED argent. La surface de vente est occupée par des produits alimentaires et des produits non alimentaires tels que : produits électroniques, vêtements et articles de maison, services de développement de photos, et pharmacie.

## DESCRIPTION DU SYSTÈME DE RÉFRIGÉRATION

Le système de réfrigération installé au Superstore de Scarborough est composé d'un groupe frigorifique basse température (BT) dont la puissance nominale est de 46 tonnes de réfrigération (162 kW), de deux groupes frigorifiques moyenne température (MT) de 67 tonnes (235 kW) chacun et d'un groupe frigorifique de sous-refroidissement de 22 tonnes de réfrigération (77 kW). Les comptoirs des surgelés BT sont alimentés par une boucle secondaire au CO<sub>2</sub> à -28 °C (-19 °F) et les comptoirs des produits réfrigérés MT par une boucle secondaire de propylène glycol à -7 °C (20 °F). Tous les groupes frigorifiques utilisent le réfrigérant de synthèse R-507A, dont la charge confinée à la salle des machines a été réduite à 350 kg. Un système de réfrigération conventionnel DX utiliserait de six à huit fois cette quantité. Cette nouvelle charge de réfrigération, combinée au faible potentiel de réchauffement planétaire du CO<sub>2</sub>, conduit à une réduction majeure des émissions de GES du supermarché.

Le système de réfrigération comporte plusieurs mesures d'efficacité énergétique liées à sa conception et son opération, qui permettent au supermarché de réduire sa consommation d'énergie et ses émissions de GES. Les principales mesures sont : l'utilisation du sous-refroidissement mécanique, l'opération à pression

de condensation variable, l'intégration du système de réfrigération avec le système CVC du bâtiment et la récupération de la chaleur de surchauffe des compresseurs.

## BOUCLE SECONDAIRE AU CO<sub>2</sub>

La boucle secondaire au CO<sub>2</sub> constitue l'innovation la plus importante du projet. Au moment de la mise en service du système, il s'agissait de la première installation de réfrigération commerciale au Canada et de la plus importante en Amérique du Nord. Le CO<sub>2</sub> à l'état liquide est pompé jusqu'aux comptoirs de surgelés où il se vaporise en partie pour être condensé par le groupe frigorifique BT dans la salle des machines. Parmi les nombreux avantages du CO<sub>2</sub> sur les saumures, mentionnons : une puissance de pompage 10 fois moindre (à cause du changement de phase), des conduits de plus faible diamètre, d'excellentes propriétés de transfert de chaleur, une parfaite compatibilité avec les matériaux et le très faible coût du réfrigérant.

Le point faible des systèmes à fluide secondaire est l'introduction d'un échangeur de chaleur supplémentaire entre le réfrigérant du groupe frigorifique et le fluide secondaire pompé vers les comptoirs. En raison de cet échangeur de chaleur supplémentaire, la température d'évaporation du groupe frigorifique doit normalement être abaissée, ce qui diminue à la fois la puissance et le rendement du système de réfrigération. Cependant, les propriétés exceptionnelles de transfert de chaleur du CO<sub>2</sub> permettent au groupe frigorifique BT de fonctionner à une température d'évaporation supérieure ou égale à celle observée pour les systèmes DX.

## CONDENSEURS/RÉCUPÉRATEURS DE CHALEUR



## RÉSERVOIR ET SYSTÈME DE POMPAGE DE CO<sub>2</sub>



### SOUS-REFROIDISSEMENT MÉCANIQUE

Au Superstore de Scarborough, le sous-refroidissement mécanique vise à augmenter l'efficacité énergétique de la production du froid pour les comptoirs de surgelés. Pour y arriver, un groupe frigorifique, spécifiquement dédié au sous-refroidissement, a la capacité de réduire de 45 °C la température du réfrigérant liquide à la sortie du condenseur du circuit du groupe frigorifique BT. Cela équivaut à transférer 45 % de la charge de réfrigération du groupe BT au groupe sous-refroidisseur, qui est deux fois plus efficace.

### INTÉGRATION DU SYSTÈME DE RÉFRIGÉRATION AU SYSTÈME CVC

En plus d'employer des boucles secondaires pour la distribution du froid, une boucle secondaire dans laquelle circule de l'éthylène glycol est utilisée pour récupérer la chaleur rejetée par les groupes frigorifiques BT et MT. Cette chaleur est alors dirigée vers le récupérateur de chaleur du conditionneur d'air en toiture et vers trois unités de chauffage d'air intérieur

situées dans l'entrepôt à l'arrière du magasin. Dans le conditionneur d'air en toiture, le serpentin à air de 300 kW chauffe l'aire de vente du supermarché. Les trois unités de chauffage de l'entrepôt ont chacune une puissance nominale de 60 kW. Des refroidisseurs de fluide rejettent à l'extérieur du supermarché le surplus de chaleur du système de réfrigération.

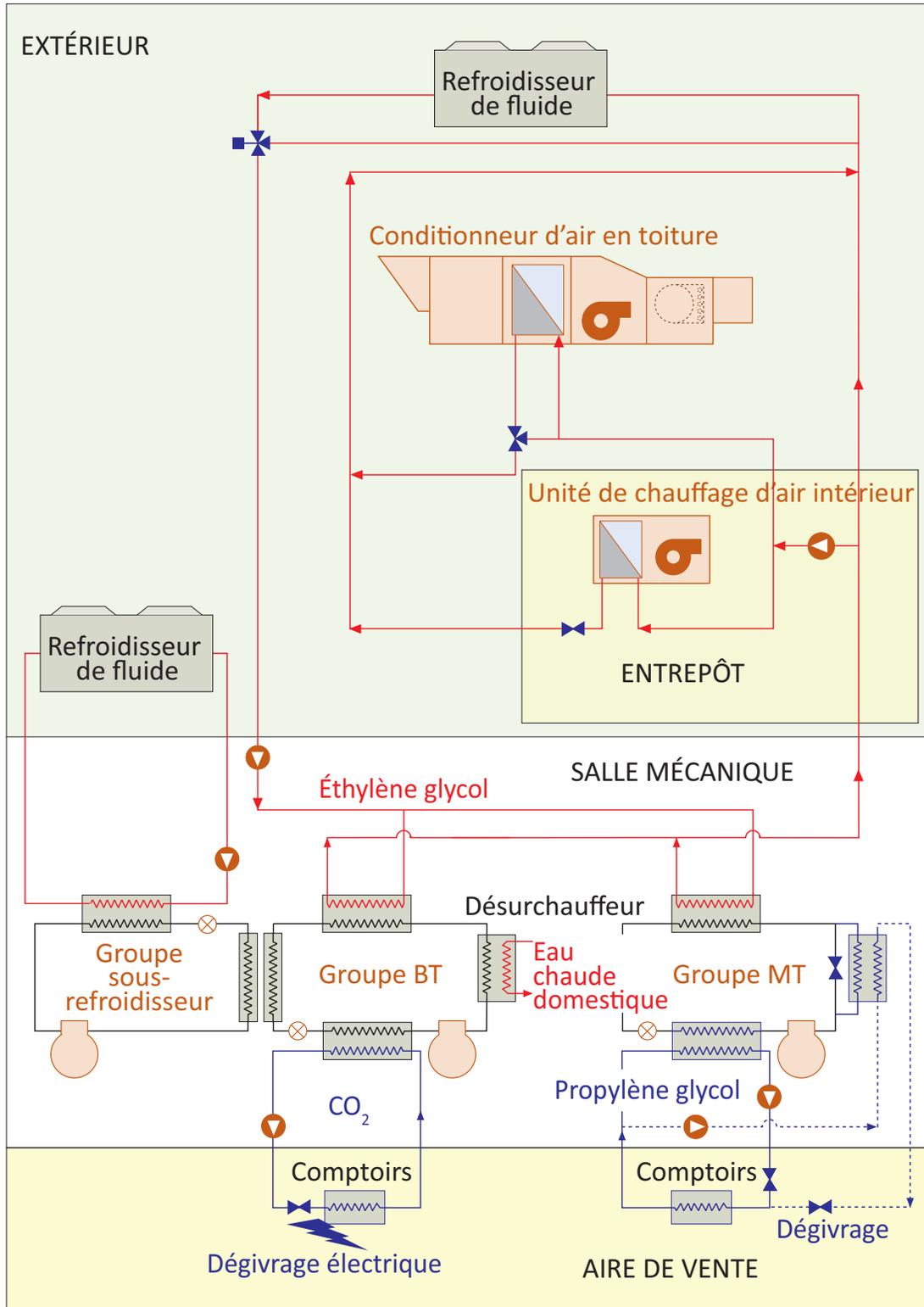
### PRESSION DE CONDENSATION VARIABLE

La pression de condensation du système de réfrigération varie selon les besoins de chauffage du bâtiment et la température extérieure, de façon à tirer profit du climat canadien.

### RÉCUPÉRATION DE LA CHALEUR DE SURCHAUFFE

Les gaz au refoulement des compresseurs du groupe frigorifique BT sont récupérés afin de répondre aux besoins en eau chaude domestique.

# SYSTÈME DE RÉFRIGÉRATION INTÉGRÉ AU SYSTÈME CVC DU SUPERSTORE DE SCARBOROUGH



## BÉNÉFICES

Après une année complète d'exploitation, l'analyse des données d'opération du système de réfrigération du Superstore a permis de confirmer que :

- Sur le plan de la performance, le groupe frigorifique BT à boucle secondaire au CO<sub>2</sub> constitue une alternative très intéressante aux systèmes DX que l'on retrouve dans la plupart des supermarchés canadiens, avec une température moyenne d'évaporation qui se maintient autour de -31,5 °C;
- Le groupe de sous-refroidissement permet d'augmenter de 20 % l'efficacité de la production de froid pour les congélateurs;
- La récupération de chaleur du système de réfrigération n'impose aucune pénalité mesurable sur l'efficacité de la production de froid.

Comparativement à un supermarché typique au Canada\* de superficie équivalente, le Superstore réalise globalement :

- Des économies d'énergie (électricité et gaz naturel) de l'ordre de 23 %, soit à 2 400 MW/h éq. annuellement;
- Une réduction de l'ordre de 59 % de ses émissions de GES, soit 2 700 t éq. CO<sub>2</sub>.

D'autres bénéfices reliés au système installé incluent :

- Simplicité et fiabilité du système, et par conséquent, réduction des coûts de maintenance comparativement aux systèmes BT utilisant d'autres fluides secondaires;
- Augmentation de la qualité des produits.

\* Supermarché doté d'un système de réfrigération traditionnel DX pour les basses et moyennes températures, et sans récupération de chaleur.

## PARTENAIRES TECHNIQUES

**Hill Phoenix**, fabricant d'équipements et de comptoirs de réfrigération

**Air Liquide Canada**, fournisseur de CO<sub>2</sub>

**MicroThermo**, instrumentation et contrôle

**CanmetÉNERGIE - Ressources naturelles Canada**, support technique à la conception et analyse des performances

## APPUI FINANCIER

**Programme TEAM (Mesures d'action précoce en matière de technologie)**, sous le leadership de Ressources naturelles Canada, Environnement Canada et Industrie Canada

**Programme d'action en réfrigération (PARB) - Ressources naturelles Canada**

**Office de l'efficacité énergétique (OEE) - Ressources naturelles Canada**, pour l'analyse des performances et l'étude de cas



## COOL SOLUTION

CoolSolution rassemble des pratiques et technologies de pointe au niveau de la conception et de l'opération des systèmes de réfrigération qui assurent une exploitation efficace des bâtiments tout en préservant la qualité de l'environnement, selon 3 axes :

- La récupération de chaleur
- L'efficacité des systèmes de réfrigération
- La réduction des quantités de réfrigérants de synthèse

### POUR PLUS DE RENSEIGNEMENTS :

CanmetÉNERGIE / Ressources naturelles Canada  
1615, boulevard Lionel-Boulet, C.P. 4800  
Varenes, Québec J3X 1S6 CANADA  
Téléphone : (450) 652-4621  
Télécopieur : (450) 652-5177  
Sit Web : [www.canmetenergie.rncan.gc.ca](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca)  
Courriel : [canmetenergie@rncan.gc.ca](mailto:canmetenergie@rncan.gc.ca)

COOL SOLUTION est une marque officielle de Ressources naturelles Canada

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2012.

Numéro de catalogue : M154-66/2012F-PDF

ISBN : 978-1-100-99573-1

*This document is also available in English*