

GAS COOLING STUDY

PREPARED FOR:

The CANMET Energy Technology Centre (CETC)
Energy Technology Branch, Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E4
DSS Contract No. 23440-90-9145
November 1991

PREPARED BY:

Caneta Research Inc.
7145 West Credit Street
Mississauga, Ontario, L5N 6J7
(905)-542-2890
for
Enbridge Consumers Gas
Willowdale, Ontario

SCIENTIFIC AUTHORITY:

Dr. Ed Morofsky, P. Eng.
The CANMET Energy Technology Centre (CETC)
Energy Technology Branch, Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street, 13th Floor
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E4

CITATION

Enbridge Consumers Gas, *Gas Cooling Study*. Prepared under DSS Contract No. 23440-90-9145. The CANMET Energy Technology Centre, (CETC) Energy Technology Branch, Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1991. (106 pages)

Copies of this report may be obtained through the following:

The CANMET Energy Technology Centre (CETC)
Energy Technology Branch, Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street, 13th Floor
Ottawa, Ontario,
K1A 0E4

or

Intellectual Property and Technical Information Management
Library and Documentation Service Division, CANMET
Department of Natural Resources Canada
562 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0G1

DISCLAIMER

This report is distributed for informational purposes only and does not necessarily reflect the views of the Government of Canada nor constitute an endorsement of any commercial product or person. Neither Canada nor its ministers, officers, employees or agents make any warranty in respect to this report or assume any liability arising out of this report.

FOREWORD

This study has the objective of evaluating the potential of natural gas-fired space cooling of buildings in Canada. This technology is not new, but several factors have combined to stimulate such a study. These factors include recent technical advances in gas-fired equipment availability, performance and costs. Additionally, the deregulation of the gas industry and the new stress on demand-side management of electrical supply in several Provinces, plus the increasing requirement for summer cooling has prompted a fresh look at the technology. The approaching phaseout of CFC production has heightened interest in alternatives to electrically-driven vapour compression cooling technology. Cogeneration and absorption cooling are also being reexamined under these changing conditions. The environmental aspects of gas-fired cooling also needed to be clarified.

Energy, Mines and Resources Canada represented by the Buildings Group of the Energy Efficiency Division, Efficiency and Alternate Energy Technology Branch negotiated a Science Contract with Consumers Gas to implement a cost-shared agreement totalling \$ 50 000. Previous studies by Consumers Gas were made available to the study team as well as the results of field trials and contacts with other gas utilities, research organizations and equipment suppliers. A subcontract was negotiated with Caneta Research Inc. of Mississauga to perform the technical evaluation with Terry Whitehead of Consumers Gas acting as the Project Manager and Edward Morofsky of Energy, Mines and Resources acting as the Scientific Authority. Caneta Research Inc., led by Doug Cane, performed the state-of-the-art, the environmental assessment, the building simulations, the economic assessments and wrote the report.

The report contains a comprehensive Introduction summarizing the methodology and the findings of the study. Appendices are included dealing with technology evaluation, comparison of cooling options under some typical Canadian conditions, an environmental impact of gas cooling and a description of currently available equipment. These Appendices were contract deliverables and are self-contained studies. The report is offered as a short, but comprehensive, overview of the present technical and economic status of gas cooling supported by detailed information contained within the Appendices.

The incremental cost of gas-fired equipment ranges from \$400 to \$500 per ton of chilling capacity. This incremental first cost is balanced by avoided energy and demand charges for electrically-driven chilling equipment. The report focuses on larger buildings located in Toronto. These buildings not only experience a large cooling load, but also have some of the highest electrical rates in Canada. This

generating electricity is a consideration, but it is difficult to evaluate fully in the case of nuclear or coal-burning plants. As well, perhaps the future electrical generating capacity should be stressed. This would be simplest in the case of future gas-fired generating capacity. While this is an interesting aspect of gas cooling, it was not considered in this work as it has been analyzed in detail by others. This report provides the basic technical data needed to evaluate gas cooling under specific conditions.

A result of this initial collaboration on the evaluation of gas cooling is the joint funding of a gas-fired, engine-driven demonstration at Trent University. This will be the first large scale evaluation of this technology in Canada. Also Energy, Mines and Resources Canada has decided to cosponsor a national workshop gathering the main players in the field of gas cooling to stimulate awareness of its potential.

AVANT-PROPOS

La présente étude vise à évaluer les possibilités de climatisation des locaux au gaz naturel au Canada. Cette technologie n'est pas nouvelle, mais plusieurs facteurs se sont conjugués pour favoriser son étude. Notons les progrès techniques récents en matière de disponibilité, de rendement et de coût des appareils au gaz; en outre, la déréglementation de l'industrie du gaz ajoutée au problème récent de la gestion de la demande d'électricité dans plusieurs provinces, ainsi que le besoin croissant de climatisation en été ont incité à jeter un nouveau regard sur la technologie. L'arrêt prochain de la production de CFC a suscité un intérêt accru pour les solutions de remplacement à la technologie de la climatisation par compression de vapeur à partir d'électricité. La climatisation par coproduction et par absorption d'énergie est re-examinée à la lumière de ces conditions changeantes. Les aspects environnementaux de la climatisation au gaz devaient aussi être clarifiés.

Énergie, Mines et Ressources Canada, représenté par le Groupe du bâtiment de la Division de l'efficacité énergétique, Direction de l'efficacité énergétique et des énergies de remplacement, a négocié un contrat scientifique avec Consumers Gas pour mettre en oeuvre une entente à frais partagés totalisant 50 000 \$. Des études antérieures de Consumers Gas ont été mises à la disposition de l'équipe d'étude, ainsi que les résultats d'essais sur le terrain et de communications avec d'autres sociétés gazières, organismes de recherche et fournisseurs de matériel. Un sous-contrat a été accordé à Caneta Research Inc. de Mississauga pour faire l'évaluation technique; Terry Whitehead de Consumers Gas dirige le projet et Edward Morofsky d'Énergie, Mines et Ressources est l'autorité scientifique. Caneta Research, avec à sa tête Doug Cane, a réalisé l'évaluation environnementale qui est poussée, les simulations des bâtiments et les évaluations économiques, et a préparé le rapport.

Le rapport comprend une introduction détaillée qui résume la méthode de travail et les résultats de l'étude. Les annexes portent sur l'évaluation de la technologie, la comparaison de possibilités de climatisation dans certaines conditions canadiennes types, l'incidence de la climatisation au gaz sur l'environnement et une description du matériel actuellement disponible. Ces annexes, réalisées à forfait, sont des études complètes en soi. Le rapport a la forme d'un aperçu, bref mais complet, de l'état technique et économique actuel de la climatisation au gaz, étayé d'information détaillée contenue dans les annexes.

Le coût additionnel du matériel fonctionnant au gaz varie de 400 à 500 \$ par tonne de capacité frigorifique. Ce premier coût additionnel est compensé par la non-utilisation de matériel électrique de climatisation (économies d'énergie et de frais liés à la demande pour ce matériel). Le rapport traite surtout de gros immeubles de Toronto. Ces immeubles présentent non seulement une grande charge de climatisation, mais aussi les tarifs d'électricité les plus élevés au Canada. Ils se prêteraient donc bien à une climatisation économique au gaz.

Les coefficients de performance des matériels au gaz et à l'électricité devraient être comparés dans le détail, en gardant à l'esprit que l'électricité est une forme énergétique secondaire produite par une variété de centrales tant thermiques, hydroélectriques que nucléaires. Le rendement du système de production d'électricité est un facteur à considérer, mais il est difficile à évaluer pleinement dans le cas des centrales nucléaires ou au charbon. En outre, il faudrait peut-être mettre l'accent sur la capacité future de production d'électricité. Le cas le plus simple est celui de la capacité future de production du matériel au gaz. Même s'il s'agit là d'un aspect intéressant de la climatisation au gaz, il n'a pas été abordé dans le présent travail parce que d'autres ont analysé abondamment le sujet. Le présent rapport renferme les données techniques de base pour évaluer la climatisation au gaz dans des conditions particulières.

Un des résultats de ce premier effort de collaboration pour évaluer la climatisation au gaz est le parrainage mixte d'une démonstration d'un climatiseur entraîné par un moteur à gaz à l'Université de Trent. Il s'agira de la première grande évaluation de cette technologie au Canada. De plus, Énergie, Mines et Ressources Canada a décidé de co-parrainer un atelier national qui réunira les principaux intervenants dans le domaine de la climatisation au gaz pour en faire ressortir les possibilités.

Executive Summary

This report presents the results of an investigation of the state-of-the-art of gas-fired cooling equipment and applications. Emphasis was placed on the performance, electric load reduction potential, costs and benefits and relative environmental impact of cooling technologies in residential and commercial buildings in Canada.

Gas-fired cooling equipment was found to be most attractive in large office buildings, where electrical building demand is due primarily to cooling operation. Combination gas and electric cooling plants exhibit the most attractive payback periods.

Gas cooling equipment offers significant load-levelling benefits to summer peaking electric utilities and winter peaking gas utilities. Utility grants or incentives are therefore warranted to encourage the more promising gas cooling applications.

Gas cooling equipment, compared to electric cooling equipment, can be environmentally attractive, in terms of reduced ozone depletion and lower overall greenhouse gas emissions. The greenhouse gas reduction was found to be greatest in regions where a high percentage of the electricity was produced by fossil-fuel-fired generation. In other regions with large amounts of nuclear or hydraulic power generation, electric cooling systems had lower greenhouse gas emissions.

A wide range of equipment is available on the market and more promising developments are on the way. The emphasis in the latter developments is improvements in cycle efficiencies to allow the gas cooling equipment to better compete with electric cooling equipment.

Combination gas and electric cooling plants should be investigated further. Other building types other than offices may offer more attractive opportunities for gas-cooling or combination systems. Other building types which should be investigated are large retail stores, restaurants and fast-food outlets, all characterized as having electric peaks due to electric cooling. Promising systems not thoroughly investigated here are those involving desiccant dehumidification and combinations of desiccant and electric cooling equipment.

Sommaire

Ce rapport presente les resultats d'une etude des technologies de pointe et de leur applications, dans le domaine de la climatisation avec des equipements alimentes au gaz naturel. Les performances, le potentiel de reduction de la demande electrique, les couts, les benefices et l'impact relatif sur l'environnement de ces technologies de refroidissement ont ete particulierement etudies dans les secteurs residentiels et commerciaux canadiens.

Les equipements de climatisation alimentes au gaz naturel ont ete trouves les plus avantageux dans les grands edifices commerciaux ou la demande electrique est principalement due aux besoins de refroidissement. Les systemes associant des equipements de climatisation au gaz naturel et electrique montrent des couts de revient des plus interessants.

Les equipements de climatisation alimentes au gaz naturel offrent d'importants benefices simultanement aux compagnies electriques afin de reduire leur pointe de demande en ete et aux compagnies de gaz afin d'augmenter la leur en hiver. Des subventions et des aides financieres sont ainsi recommandees afin de promouvoir les applications les plus prometteuses.

Les appareils de climatisation au gaz naturel, compares a ceux electriques, peuvent etre attractifs du point de vue de l'environnement; avec une reduction de la destruction de la couche d'ozone et d'une baisse de la production generale des gaz provoquant l'effet de serre. Cette derniere remarque s'est averee plus importante dans les regions ou l'electricite est produite principalement dans des centrales thermiques a energies fossiles. Dans les autres regions ou les centrales nucleaires ou hydrauliques sont predominantes, les equipements electriques de climatisation ont une production moindre des gaz provoquant l'effet de serre.

Une grande variete d'equipement est actuellement disponible sur le marche et d'autres encore plus prometteurs sont en cours de developpement. L'effort est fait dans le developpement de ces derniers pour ameliorer les rendements afin que les appareils au gaz naturel puissent mieux rivaliser avec les appareils electriques.

Les systemes qui associent les equipements au gaz naturel et electriques devraient etre etudies plus en detail. D'autres types d'edifices, autres que commerciaux, pourraient offrir plus d'opportunités a l'installation d'equipements au gaz naturel, ou combines avec ceux electriques. Les autres types d'edifices qui devraient etre etudies sont les grands magasins de detail, les restaurants et les fast-food; tous caracterises par des pointes de demande electrique dues aux besoins de refroidissement. Les systemes prometteurs qui n'ont pas ete completement etudies dans ce rapport sont ceux qui impliquent la deshumidification par dessiccation et les equipements de refroidissement combinant les principes electriques et dessicatifs.

TABLE OF CONTENTS

OVERVIEW OF GAS COOLING

APPENDIX A: STATE-OF-THE-ART OF GAS-FIRED COOLING TECHNOLOGY DEVELOPMENT

APPENDIX B: UPDATE ON GAS-FIRED COOLING TECHNOLOGY DEVELOPMENTS

APPENDIX C: PERFORMANCE AND ECONOMIC ATTRACTIVENESS OF GAS COOLING COMPARED TO ELECTRIC COOLING IN CANADIAN BUILDINGS

APPENDIX D: ENVIRONMENTAL IMPACT OF GAS COOLING TECHNOLOGIES

APPENDIX E: COMMERCIALY AVAILABLE GAS-FIRED COOLING EQUIPMENT