



**CANADA'S GREEN PLAN  
LE PLAN VERT DU CANADA**

**PERSONAL CONTROL AND 100%  
OUTSIDE-AIR VENTILATION FOR  
OFFICE BUILDING**

**PREPARED FOR:**

**Energy Efficiency Division  
Energy Technology Branch/CANMET  
Department of Natural Resources Canada  
Ottawa, Ontario  
DSS Contract No. 23440-92-9434/01-SQ  
March 31, 1993**

**PREPARED BY:**

**Engineering Interface Limited.  
Suite 200 -2 Sheppard Avenue East  
North York, Ontario, M2N 5Y7**

**SCIENTIFIC AUTHORITY:**

**Ian Morrison, P. Eng.  
Energy Efficiency Division  
Energy Technology Branch/CANMET  
Department of Natural Resources Canada  
580 Booth Street  
Ottawa, Ontario,  
K1A 0E4**

**March 23, 1995**

## CITATION

Engineering Interface Limited. *Personal Control and 100% Outside-Air Ventilation for Office Buildings*. DSS Contract No. 23440-92-9434/01-SQ. Efficiency and Alternative Energy Technology Branch, CANMET, Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1991 (83 pp.)

Copies of this report may be obtained through the following:

Efficiency and Alternative Energy Technology Branch  
CANMET  
Energy, Mines and Resources Canada  
580 Booth Street, 9th Floor  
Ottawa, Ont.  
K1A 0E4

or

Document Delivery Service  
Library and Documentation Services Division  
CANMET  
Energy, Mines and 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 makes any warranty in respect to this report or assumes any liability arising out of this report.

## NOTE

Funding for this project was provided by the Government of Canada under the Green Plan.

© Minister of Supply & Services Canada 1993  
Catalogue No. M91/7/233-1993E  
ISBN. 0-662-20667-3

## PREFACE

This work was performed for CANMET's Buildings Group as part of its commercial-buildings research activities. These activities are distinct from but complementary to the Buildings Group's Advanced Commercial Buildings Program (C-2000).

C-2000 is a small-scale pilot program to demonstrate that commercial buildings can be more energy efficient, have better indoor environments, and have fewer adverse effects on the environment. It is also a vehicle to field test and accelerate the adoption of emerging technologies. C-2000 will result in the construction of a small number of high-performance buildings; the buildings will be monitored and the results will be transferred to industry.

The goal of the study reported here was to determine the energy and cost implications of ventilating office buildings exclusively with fresh air -- no air recirculation -- and of providing occupants with task ventilation to allow them individual control over the delivery and temperature of their ventilation air. These measures may improve indoor-air quality and thermal comfort -- both goals of the C-2000 program.

For more information on this project, contact CANMET's Ian Morrison, P. Eng., the project manager, at (613) 943-2262. For further information about C-2000 or the Buildings Group's other commercial-building research activities, contact Nils Larsson, MRAIC, the C-2000 Program Manager, at (613) 943-2263.

## Introduction

Ces travaux ont été réalisés pour le compte du Groupe du bâtiment de CANMET, dans le cadre de ses activités de recherche concernant les bâtiments commerciaux. Bien qu'elles soient distinctes, ces activités viennent compléter le Programme des bâtiments commerciaux performants (C-2000) du Groupe.

Le Programme C-2000 est un programme pilote à petite échelle dont l'objectif est de prouver que les édifices commerciaux peuvent offrir un rendement énergétique accru et un meilleur environnement intérieur, tout en ayant moins d'effets néfastes sur l'environnement. Il permet également de faire l'essai de nouvelles technologies et de hâter leur application. Dans le cadre du Programme C-2000, on construira un petit nombre d'édifices à haut rendement; ceux-ci seront évalués, puis les résultats obtenus seront transférés à l'industrie.

L'objectif de la présente étude était de déterminer la quantité d'énergie et les investissements nécessaires pour ventiler des édifices commerciaux uniquement avec de l'air frais - aucune recirculation d'air - et pour permettre aux occupants de contrôler la distribution et la température de l'air de ventilation. Ces travaux pourraient entraîner une amélioration de la qualité de l'air intérieur et du confort thermique, deux objectifs du Programme C-2000.

Pour obtenir des précisions sur le projet, téléphonez à Ian Morrison, ing. et gestionnaire de projet à CANMET, au (613) 943-2262. Si vous désirez plus de renseignements au sujet du Programme C-2000 ou d'autres activités de recherche du Groupe du bâtiment relatives aux édifices commerciaux, communiquez avec Nils Larsson, MIRAC et gestionnaire du Programme C-2000, au (613) 943-2263.

## **ACKNOWLEDGEMENT**

Engineering Interface Limited would like to  
express appreciation for the assistance in  
preparing this document to

**Ian D. Morrison, P.Eng. CANMET**

**Nils Larsson, O.A.A., M.R.A.I.C., CANMET**

**Mark Riley, CANMET**

#

## TABLE OF CONTENTS

	<u>Page</u>
<b>1.0 EXECUTIVE SUMMARY</b>	<b>1</b>
<b>2.0 REASONS FOR STUDY</b>	<b>3</b>
<b>3.0 BUILDING MODELS</b>	<b>6</b>
3.1 The Building	6
3.2 The Base Design	6
3.3 The LTA Design	8
3.4 The LTA System with 100% Outside Air	8
3.5 The LTA System with 100% Outside Air and McGill Jets	8
3.6 The Potential for Cool Storage	10
<b>4.0 CHARACTERISTICS OF THE MCGILL JET</b>	<b>11</b>
4.1 Objectives	11
4.2 Components	11
4.3 Operating Criteria	12
4.4 Cost	12
<b>5.0 ENERGY SIMULATION AND ENERGY COSTING RESULTS</b>	<b>14</b>
5.1 Comparison of Base System with LTA System	15
5.2 LTA System vs LTA System with 100% Outside Air	16
5.3 LTA System with 100% Outside Air vs LTA System with 100% Outside Air and McGill Jets	17
5.4 Variations for Location	18
5.5 Variations for Building Enclosure	19
<b>6.0 INITIAL COST COMPARISONS</b>	<b>20</b>
6.1 Initial Cost Comparisons	20
<b>7.0 CONCLUSIONS</b>	<b>22</b>
7.1 The Feasibility of Low Temperature Air Supply	22
7.2 Feasibility of 100% Outside Air	22
7.3 Feasibility of the McGill Jet	23
7.4 Low Shading Coefficient Glass, Pro or Con	24
7.5 Impact of Increasing Envelope Insulation	24
<b>8.0 RECOMMENDATIONS</b>	<b>25</b>

## ILLUSTRATIONS

- Figure 1      **Enthalpy Comparison of 20 CFM/person ventilation with 100 CFM/person ventilation using rotary heat exchanger with desiccant coating**
- Figure 2      **McGill Jet Concept**
- Figure 3      **20 Storey Prototype Building**
- Figure 4      **Typical Floor Plan**
- Figure 5      **Base Building Design**
- Figure 6      **Energy Sensitivity Analysis and Programming Requirements**
- Figure 7      **Base Building Duct Layout for Typical Floor**
- Figure 8      **Penthouse Layout**
- Figure 9      **Penthouse Floor Plan for Base Building Design**
- Figure 10     **Duct Layout for Base Building with LTA**
- Figure 11     **Duct Layout for Base Building with LTA and Reflective Glass**
- Figure 12     **Penthouse Layout for 100% Outside Air Systems**
- Figure 13     **Sections of Figure 12**
- Figure 14     **Duct Layout for McGill Jets**
- Figure 15     **Duct Layout for McGill Jets with Reflective Glass**
- Figure 16     **McGill Jet Hardware**
- Figure 17     **Costing Summary**

## **APPENDICES**

- Appendix A Meriwether Summaries**
- Appendix B-1 Air Volume Requirements**
  - B-2 Motor Sizing**
  - B-3 Pumps**
  - B-4 Chilled Water Schematic for Systems using Conventional Air Distribution**
  - B-5 Cooling Coil Connections for Systems Using McGill Jets**
  - B-6 Heating Piping Schematic for All Systems using Perimeter Gas Heat**
  - B-7 Heating Riser Diagram for all Systems using Perimeter Gas Heat**
  - B-8 Temperature Traverse Base System**
  - B-9 Temperature Traverse LTA Systems**
  - B-10 Temperature Traverse LTA with 100% O.A.**
  - B-11 Temperature Traverse for McGill Jet System**
  - B-12 Instructions to Control Sub Contractor**
  - B-13 Instructions to System Balance Sub Contractor**
  - B-14 R-10 Wall Detail (2 pages)**
  - B-15 R-20 Wall Detail (2 pages)**
  - B-16 General Contractors Estimate on Building Enclosure**



## 1.0 EXECUTIVE SUMMARY

CANMET is seeking ways to improve the indoor environment while saving energy in buildings. Eliminating air recirculation, by ventilating office buildings with 100% outside air, may improve indoor-air quality. Giving each occupant control over the delivery pattern and temperature of ventilation air may enhance their thermal comfort and productivity; a novel air-delivery system, called the McGill Jet, has been developed for this purpose. Both these measures can potentially improve the indoor environment; however, their energy and cost consequences are unknown.

There were two purposes for this study. The first was to determine the energy and cost impact of using 100% outside air to ventilate office buildings; the second was to determine the energy and cost impact of providing occupants with McGill Jets to allow them to control their ventilation air.

It was not known whether the economics of a 100% outdoor-air system would depend upon a special envelope with energy conservation enhancements. Therefore, analyses were conducted to determine whether envelope improvements were required to make 100% outdoor-air ventilation feasible.

Analyses were also conducted to determine whether there would be an initial cost or energy penalty for lowering the HVAC supply-air temperature from the conventional 55F (12.5°C) to 45F (7°C); this change could improve comfort by lowering summer humidity levels and is complimentary to 100% outdoor-air ventilation because it reduces the volume of air required for cooling.

These objectives were met by analyzing a hypothetical 300,000 ft<sup>2</sup> (27,907 m<sup>2</sup>) office building in Toronto, Edmonton, and Vancouver. Energy use and cost was simulated with a computer by Ross F. Meriwether, Consultant; the building's initial costs were estimated by a team of Toronto architects and contractors.

The following conclusions were drawn:

- Office buildings can be ventilated with 100% outdoor air without increasing energy costs and with only a small and acceptable increase in the building's initial cost by using HVAC systems with desiccant-coated rotary heat exchangers.
- McGill Jets can be provided to every occupant without increasing the building's first cost and without increasing energy costs.

- Increasing the building envelope's thermal resistance is not necessary for 100% outdoor-air ventilation. Increasing wall and glazing thermal resistance does reduce energy use but is not cost effective. Glazings that admit less solar energy reduce the building's initial cost and energy costs but are not necessary for 100% outdoor-air ventilation.
- Reducing the HVAC's supply-air temperature from 55F (12.5°C) to 45F (7°C) reduces the building's initial cost but does not affect energy cost.

## 1.0 SOMMAIRE

CANMET favorise la recherche de moyens qui permettraient l'amélioration de l'environnement intérieur des bâtiments commerciaux et, du fait même, la réalisation d'économies d'énergie. L'élimination de la ventilation de retour, en utilisant entièrement l'air extérieur pour la ventilation d'alimentation, peut améliorer la qualité de l'air intérieur du bâtiment. Un système de ventilation qui permet aux occupants de régler eux-mêmes la température, le débit et la direction de l'air de ventilation peut augmenter le bien-être thermique et la productivité des occupants. Le "McGill Jet", un nouveau système de ventilation d'alimentation, a été développé dans ce but. Ces deux méthodes peuvent améliorer l'environnement intérieur, mais les coûts d'investissement et de fonctionnement ne sont pas bien connus.

Les objectifs de l'étude sont nommés ci-dessous.

- Déterminer le coût d'un système de ventilation d'alimentation d'air extérieur (100 %) pour bâtiments commerciaux.
- Déterminer le coût d'un système de ventilation d'alimentation qui munit chaque occupant d'un "McGill Jet".

Il était également important de déterminer si l'amélioration de l'enveloppe thermique aura un effet notable sur le coût de base et sur les économies d'énergie d'un système de ventilation qui utilise l'air extérieur.

En dernier lieu, l'analyse a été fait pour déterminer le coût de base et les économies d'énergie d'un système de ventilation qui règle la température de l'air à 7°C (45 °F) au lieu de 12,5°C (55°F).

Pour atteindre les objectifs désignés, un bâtiment commercial type de 27 907m<sup>2</sup> (300 000 pi.c.) a été analysé dans les trois villes canadiennes de Toronto, Edmonton et Vancouver. Les frais d'énergie ont été simulés par Ross Meriwether, conseiller en énergie, et les coûts de base des systèmes ont été estimés par une équipe d'architectes et d'entrepreneurs de Toronto.

L'étude a déterminé que :

- les systèmes qui utilisent les échangeurs de chaleur de type rotatif peuvent être installés pour fournir de l'air extérieur à 100 %, sans augmentation de frais d'énergie et avec peu d'augmentation de coûts de base;

- chaque occupant peut disposer d'un "McGill Jet" sans augmentation de coût de base, avec des frais d'énergie comparables aux systèmes classiques;
- l'amélioration de l'enveloppe thermique n'est pas nécessaire pour le système de ventilation à l'air extérieur (100 %). L'amélioration des coefficients thermiques de vitrage et de mur diminuent les frais d'énergie, mais ces mesures s'avèrent trop dispendieuses. L'utilisation de vitrage qui réduit le transfert d'énergie solaire baisse le coût de base et les frais d'énergie, sans être nécessaire pour le système de ventilation à 100 % d'air extérieur;
- l'approvisionnement de l'air à 7°C au lieu de 12,5°C baisse le coût de base. Les frais d'énergie avec ce système sont comparables à ceux d'un système classique.