

Passive Solar Potential In Canada: 1990 - 2010

PREPARED FOR:

Buildings Group R&D Program
CANMET Energy Technology Centre – Ottawa
Energy Sector, Natural Resources Canada
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E4
DSS Contract No.: 69SZ.23216-8-9043
March 1990

PREPARED BY:

Scanada Consultants Limited
446 Reynolds Street
Oakville, Ontario, L6J 3M4
Tel: 905-842-3633; Fax: 905-842-3638

SCIENTIFIC AUTHORITY:

Mark Riley
Buildings Group R&D Program
CANMET Energy Technology Centre - Ottawa
Energy Sector, Natural Resources Canada
580 Booth Street, 13th Floor,
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E4

November 12, 2002

CITATION

Parekh, A. and Platts, R.E., Scanada Consultants Limited. *Passive Solar Potential in Canada: 1990 – 2010*. Prepared under DSS contract File No. 69SZ.23216-8-9043. Buildings Group R&D Program, CANMET Energy Technology Centre – Ottawa, Energy Sector, Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, Canada, 1990. (97 pages).

Copies of this report may be obtained through the following:

CANMET Energy Technology Centre
Natural Resources Canada, Energy Sector
580 Booth Street, 13th Floor
Ottawa, Ontario
Canada, K1A 0E4

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, its ministers, officers, employees, agents, nor Zephyr North make any warranty or representation, expressed or implied, with respect to the use of any information, apparatus, method, process or similar item disclosed in this report, that such use does not infringe on or interfere with the privately owned rights, including any party's intellectual property or assumes any liability or responsibility arising out of this report.

NOTE

Funding for this project was provided by the Federal Panel on Energy Research and Development, Department of Natural Resources Canada.

ACKNOWLEDGEMENTS

The "Passive Solar Potential in Canada: 1990-2010" project was conducted by Scanada Consultants Limited.

This study is very much the product of a team effort. Among the many contributors and reviewers, the following deserve special mention: Mark Riley of Energy, Mines and Resources, who supervised, directed and thoroughly reviewed all the stages of this project; Tim Mayo, Roger Henry, Edward Morofsky and Joel Allarie of EMR, and the Passive Solar Technical Advisory Committee (TAC), who all played a strong role in the project supervision and review process.

The work described in this report was supported by the Federal Panel on Energy Research and Development [PERD].

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 current or future status of any policy or program. Neither Canada or its ministers, officers, employees or agents makes any warranty in respect of this report or assumes any liability arising out of this report.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES	vi
LIST OF FIGURES	vii
EXECUTIVE SUMMARY	viii
RÉSUMÉ	xv
1. INTRODUCTION	1
1.1 Objectives	1
1.2 Definition of Passive Solar	2
1.3 Report Organization	3
2. BACKGROUND	4
2.1 Historical Context	4
2.2 Passive Solar Research and Development Program	5
2.3 Discussion on Canadian Achievements	6
2.4 Studies of Passive Solar Potentials	7
2.5 Summary of Background Review	8
3. ASSESSMENT OF PASSIVE SOLAR POTENTIAL	9
3.1 Building Stock Data	9
3.2 Assessment Methodology	10
3.3 Passive Solar Energy Contribution in Existing Buildings	11
3.4 Residential Sector - Retrofit Potential in Existing Stock	13
3.5 Residential Sector - New Construction	14
3.6 Non-Residential or Commercial Sector - Retrofit Potential in Existing Stock	16
3.7 Non-Residential or Commercial Sector - New Construction	17
3.8 Summary of the Assessment of Passive Solar Potential	18
4. TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF PASSIVE SOLAR TECHNOLOGIES	19
4.1 Case Study on High Thermal Performance Windows	19
4.1.1 Background	19
4.1.2 Thermal Analysis	19
4.1.3 Energy Savings Potential of High Thermal Performance Windows	21
4.1.4 Economic Analysis	23
4.1.5 Analysis of Window Market	24
4.1.6 High Performance Windows: Market Penetration Scenarios	30
4.1.7 Regional Implications	30
4.1.8 Penetration of High Performance Window Technology	31

4.1.9 Major Research and Development Priorities	32
4.1.10 Summary	33
4.2 Case Study on Daylighting in Non Residential (Commercial) Buildings	34
4.2.1 Background	34
4.2.2 Daylighting Strategies	34
4.2.3 Summary of Potential of Daylighting in Commercial Buildings	36
4.2.4 Daylighting with High Thermal Performance Windows	37
4.2.6 Field Experience	39
4.2.7 Solar Light Pipe Technology	39
4.2.8 Penetration of Daylighting Technology	40
4.3 Case Study on Thermal Storage and Integrated Mechanical Systems	41
4.3.1 Phase-Change Material (PCM) Wallboards	41
4.3.2 Integrated Mechanical Systems	42
4.3.3 Innovative Passive Solar Concepts Applied to Buildings	43
4.4 Summary of Technical and Economic Assessment	44
5. MARKET PENETRATION SCENARIOS	45
5.1 Existing Residential Stock: Retrofit Potential	45
5.2 New Residential Construction (from 1989-2010)	45
5.3 Retrofit Potential in Existing Commercial Buildings	46
5.4 New Commercial Buildings (from 1989-2010)	46
5.5 Market Issues Relating to Canadian Housing	47
5.6 Summary of Reasonably Achievable Potential in Building	49
6. SUMMARY AND CONCLUSIONS	51
REFERENCES	53
APPENDIX A: PROCEDURE FOR THE ESTIMATION OF CONSERVATION POTENTIAL	55
APPENDIX B: EXISTING RESIDENTIAL (UP TO 1988)	60
APPENDIX C: NEW RESIDENTIAL (1989-2010)	67
APPENDIX D: EXISTING COMMERCIAL (UP TO 1988)	74
APPENDIX E: NEW COMMERCIAL (1989-2010)	86

LIST OF TABLES

1. Table 1: Summary of Passive Solar Potential in Buildings in the Year 2010	xiii
2. Table 2: Estimates of Reasonably Achievable Passive Solar Potential in the Year 2010	xiii
3. Table 3.1: Existing Residential (Retrofit Potential) in the Year 2010	14
4. Table 3.2: New Residential - Passive Solar Potential in the Year 2010	15
5. Table 3.3: Existing Commercial (Retrofit Potential) in the Year 2010	16
6. Table 3.4: New Commercial Potential in the Year 2010	17
7. Table 3.5: Estimate of the Passive Solar Conservation Potential in Canada	18
8. Table 4.1: Window Thermal Performance	20
9. Table 4.2: Average Annual Space Heating and Cooling Energy Savings	21
10. Table 4.3: Average Annual Electric Space Heating and Cooling Dollar savings	22
11. Table 4.4: Average Annual Space Heating and Cooling Dollar Savings	23
12. Table 4.5: Maximum Initial Conservation Investment Calculations	24
13. Table 4.6: The Passive Solar Potential of Currently Available High Performance Windows .	28
14. Table 4.8: Energy and Dollar Savings Potential for High Performance Windows	31
15. Table 4.9: Lighting Control Costs	35
16. Table 4.10: Daylighting Potential in New Construction	37
17. Table 4.11: Thermal Performance Data for Various Commercial Glazing Assemblies	38
18. Table 4.12: Passive Solar Contribution of PCM-Gypsum Wallboard Thermal Storage	42
19. Table 4.13: Energy Savings Potential of Integrated Mechanical Systems	43
20. Table 5.1: Estimate of Reasonably Achievable Passive Solar Potential in the Year 2010	49

21. Table 5.2: Estimate of Passive Solar Potential	50
22. Table 6.1: Summary of Passive Solar Potential in Buildings in the Year 2010	52

LIST OF FIGURES

1. Figure 1: Provincial Distribution of Passive Solar Potential in the Year 2010	xiv
2. Figure 2: Projection of Housing Stock by the Year 2010	10
3. Figure 3: Energy Consumptions in Major Sectors in Canada (1988)	12
4. Figure 4: Passive Solar Contribution to Space Heating in Existing Buildings	13
5. Figure 5: Maximum Initial Investment Calculations for Using High Performance Windows in Toronto with Space Heating and Cooling using Electric	25
6. Figure 6: Maximum Initial Investment Calculations for Using High Performance Windows in Toronto with Space Heating by Natural Gas and Cooling by Electric	26
7. Figure 7: Window Market in Canada	27
8. Figure 8: Window Sales - Segments (1988)	28
9. Figure 9: High Performance Window Uptake Scenario in New Residential Buildings (1989-2010)	29

EXECUTIVE SUMMARY

1. INTRODUCTION

Following the 70's when fossil fuel supplies appeared limited and prices increased dramatically, Canada's building sector greatly improved and applied its knowledge to conserve energy economically by reducing heat flow through the building envelope. In the 90's and onward it is anticipated that the focus will be on environmental protection, in particular, the reduction of CO₂ emissions. Hence, environmental concerns will continue to lead to improvement of existing energy-efficient technologies and encourage exploitation of more advanced technologies. Passive solar concepts are expected to play an important role in increasing the energy efficiency of the building stock; such concepts are technically attractive and cost-effective conservation tools.

As the title suggests, the main purpose of this study is to identify and to assess the potential of passive solar technologies to improve the energy efficiency of Canada's housing and commercial building stock. While making full use of the improvements in envelope insulation and airtightness, passive solar can achieve more than can those improvements alone, through improvements in "net" solar utilization. That is, the passive solar concept uses solar gains for winter heating and daylighting, by minimizing both losses and the need for storage of excess gains; and it also minimizes both solar gains and other inward heat flows in summer, while providing effective daylighting.

1.1 Passive Solar Design

Passive solar is firstly a design concept rather than a specific product or a certain combination of components. Basically - as a primary definition - passive solar design is a matter of arranging and using the various components of a building - essentially all of them traditionally present and "paid for" - to serve other functions, to gain and utilize solar heat and light to optimal effect. It may involve building layout, exposure, and window placement. It may also involve envelope colour and texture to enhance sol-air effects. By definition, it involves a studied arrangement to maximize net solar utilization, as mentioned. That now usually involves the use of active mechanical ventilation and air-handling inside the building to move heat around and store it, at least in the normal building fabric, for release as needed. (Such a combination of passive entry and active handling was once termed "passive-hybrid", but such distinctions are blurred and serve no purpose here.)

In previous studies (Ref. 14), it has been established that such essentially "zero cost" usage of passive solar design in new house construction can achieve a solar contribution of about 25 percent of the heating load. That represents an increment of about 15% over the solar fraction of a normal, well insulated house built without attention to passive design, and the gain is achieved largely by orienting almost all windows to the south. Clearly, such effective zero-cost usage of traditional components and materials can be applied only to new house construction, and only where full exposure ("sun rights") can be enjoyed.

1.2 Passive Solar Technologies Applicable to Most Buildings

This study departs from its forerunners (Ref. 2, 13, 14) in its more singular objective to assess those solar-utilizing technologies - existing and emerging - that can add to the energy performance of buildings regardless of building shape, layout, orientation and "sun rights". High thermal performance windows are the leading example. Such technologies are complementary to any such "layout" benefits that a building may enjoy, and generally offer additional conservation potential for essentially all of the building stock. The estimates presented in this study are of the incremental benefits of these technologies in addition to those that may be in play or projected from the basic concepts of passive solar design.

1.3 Objectives

The objectives here are to:

- estimate the passive solar energy contribution in the building stock "as is", in absolute terms and as a fraction of energy requirements;
- assess the overall potential of existing and emerging technologies to increase the contribution, considering both technically possible and market-likely scenarios; and in particular
- assess, through "case studies", the specific potentials of certain technologies of clear promise, namely high thermal performance windows, daylighting and solar storage/utilization mechanisms in terms of net benefits in heating, lighting and cooling.
- In the latter regard, a further objective was added in the course of the work: to estimate the potential energy-saving contribution of various rates of uptake of high thermal performance windows in the normal window retrofit market.

The focus of this project is to identify technical feasibility of passive solar potential in existing buildings and in new construction, and also to identify opportunities and set priorities with respect to research, development and technology transfer activities.

2. SUMMARY OF METHOD

The passive solar potential is assessed using the definition of passive solar as a net solar contribution to the building energy requirements. Four building sectors are considered:

- Existing Residential (to 1988);
- New Residential (1989-2010);
- Existing Non-Residential or Commercial (to 1988); and
- New Non-Residential or Commercial (1989-2010)

Assessment of the energy conservation potential of passive solar is based, firstly, on a reconstruction of current energy consumption levels for each province and building sector using a detailed "building stock model". Stock numbers and energy consumption levels developed in this model are compared to other available statistics to verify and to improve the confidence levels of the estimates. For each building sector,

building stock data, energy consumption characteristics, fuel usage, solar contribution, potential improvements in energy efficiency and overall energy performance numbers are determined from available statistics, or estimated based on certain assumptions.

Once these calculations are performed, scenarios of achievable conservation performance are developed, expressed as the following three levels of potential:

1. **ultimate potential:** a maximum probable conservation potential that would be realized if all technologies were developed to the fullest and applied universally. This "idealized" potential represents an upper limit.
2. **technically feasible potential:** a conservation potential that could be achieved if all currently available and clearly emerging technologies were applied universally.
3. **reasonably achievable market potential:** developed by postulating scenarios of market penetration of available and clearly emerging technologies which are or will be commercially attractive. The 100% market penetration rate is equivalent to the "technically feasible potential"; a fraction of that is considered reasonably achievable.

Four emerging passive solar technologies have been identified and evaluated, in such scenarios, for their incremental potential to conserve energy, first in Canada's existing residential and commercial buildings, and then in new construction to the year 2010. These technologies are: high thermal performance windows, daylighting, integrated mechanical systems, and thermal storage using phase-change material wallboard.

In this summary, the useful data on Canada's building stock are presented, and then the main findings on passive solar contributions, potentials and some details; the analytical methods and more detailed findings are reported in the main report and its appendices.

3. BUILDING STOCK TO 2010

The residential stock consists of single homes, semi-detached, row, walkups, and high-rise apartment buildings. There are 9.69 million units comprising 1,021 million m² floor area in the year 1988. The new residential building stock (1989-2010) is projected on the basis of net increase in the stock using historical growth rates with projected modifications. Residential stock may increase to 13.8 million units (1,494 million m² of floor area) by the year 2010.

The commercial building stock consists of office buildings, retail stores and malls, schools and universities, warehouses, factories and plants, hotels, theatres and recreational facilities, hospitals, institutional buildings, religious places, garages and other miscellaneous buildings. The existing building stock consists of 0.59 million units comprising 573 million m² floor area. Future building stock is projected on the basis of net increase in the buildings using the historical growth rates, with projected modifications, for each type of building. Commercial building stock may increase to 0.89 million units (858 million m² floor area) by the year 2010.

4. SUMMARY OF PASSIVE SOLAR POTENTIALS

4.1 Existing Residential Stock: Retrofit Potential

The single technology that clearly can be applied to existing dwellings to improve energy performance is high thermal performance window technology. A technically feasible potential of 136 PJ/yr is possible in the year 2010 by replacing existing windows with high thermal performance windows (RSI 1). A case study on these windows showed that, with an annual uptake rate of 4.5% in window replacement in existing buildings to the year 2000 and 3.5% increase thereafter, the passive solar contribution would be 36 PJ/yr in the year 2010. The above rates of uptake in existing residential buildings, which are rather normal replacement rates, would replace windows in 3.1 million units, representing 32% of existing residential building stock by the year 2010.

4.2 New Residential Construction (from 1989-2010)

The promising passive solar technologies identified with new residential construction are: (1) high thermal performance windows, (2) thermal storage, and (3) integrated mechanical systems. Virtually all new houses and apartment buildings can currently be built with these new technologies to make them more efficient users of solar energy. A "technically feasible" potential of 53 PJ/yr is possible in the year 2010 by using the above currently available technologies.

The "reasonably achievable" market penetration scenario is:

- With a projected 7% market for high performance windows in 1990, increasing to 34% in the year 2000, and a 67% market in the year 2010, windows in new residential buildings will contribute 14 PJ/yr in 2010. It is projected that 1.3 million new residential buildings will then use these windows, comprising 32% of that stock.
- The use of integrated mechanical system in new residential buildings, at a rate of 3.5% in 1990, increasing to 16% in the year 2000, and 66% in the year 2010, will contribute 10 PJ/yr in the year 2010. About 23% of new residential buildings will use these integrated mechanical system by that time.
- The use of thermal storage options such as phase-change material wallboards in new residential buildings will contribute 1 PJ/yr in the year 2010. The PCM wallboard technology is still under development and is expected to be commercially available by the year 1994. It is projected that about four percent of new residential building stock will use this technology by the year 2010.

In sum, new residential construction holds a "reasonably achievable" promise of a passive solar contribution of 25 PJ/yr in the year 2010. That can be gained by using the emerging passive solar technologies in less than 30% of new residential construction.

4.3 Retrofit Potential in Existing Commercial Buildings

The main passive solar technologies that can be retrofitted to existing commercial buildings are high thermal

performance windows and daylighting. A technically feasible potential using today's best available window technology and daylighting is about 100 PJ/yr in the year 2010. In a reasonably achievable market penetration, where replacement of windows will occur in less than 20% of existing commercial buildings and retrofit for daylighting will be done in 2.5% of buildings, the energy contribution will be 23 and 3 PJ/year respectively, for a total of 26 PJ per year in 2010.

4.4 New Commercial Buildings (from 1989-2010)

The promising passive solar technologies identified with new commercial construction are: (1) high thermal performance windows, (2) daylighting, and (3) thermal storage. Virtually all new commercial buildings could currently be built with these new technologies to make them more efficient users of solar energy. Integrated mechanical systems are already featured in much of new commercial construction to good effect. A "technically feasible" potential of 74 PJ/yr is possible in the year 2010 by using the above currently available technologies.

The "reasonably achievable" market penetration scenario for the new commercial buildings is as follows:

- It is projected that high performance windows (RSI 1) will be used in 22% of new commercial buildings, contributing 11 PJ/yr in the year 2010.
- The major contribution to passive solar will be gained from the use of daylighting. About 35% of the new commercial construction will utilize daylighting. The passive solar contribution will be 31 PJ/yr in the year 2010, in this scenario.
- Thermal storage technologies for commercial buildings are well developed and in use. The use of innovative thermal storage options, such as PCM wallboard, will contribute 2 PJ/yr in the year 2010 in this scenario.

In sum, new commercial construction holds reasonably achievable promise of a passive solar contribution of 44 PJ/yr in the year 2010. That can be gained by using the emerging windows, daylighting, and thermal storage technologies in about 35% of new commercial construction.

4.5 Summary of Passive Solar Potential

As shown in Table 1 there exists a technically feasible incremental potential of 363 PJ/year with currently available technologies. A reasonably achievable market potential is 131 PJ/year in the year 2010.

Table 2 shows the estimates of reasonably achievable solar utilization/energy conservation potential in four building sectors which may be achieved by the use of clearly emerging passive solar technologies. Figure 1 shows the incremental passive solar potential by the year 2010.

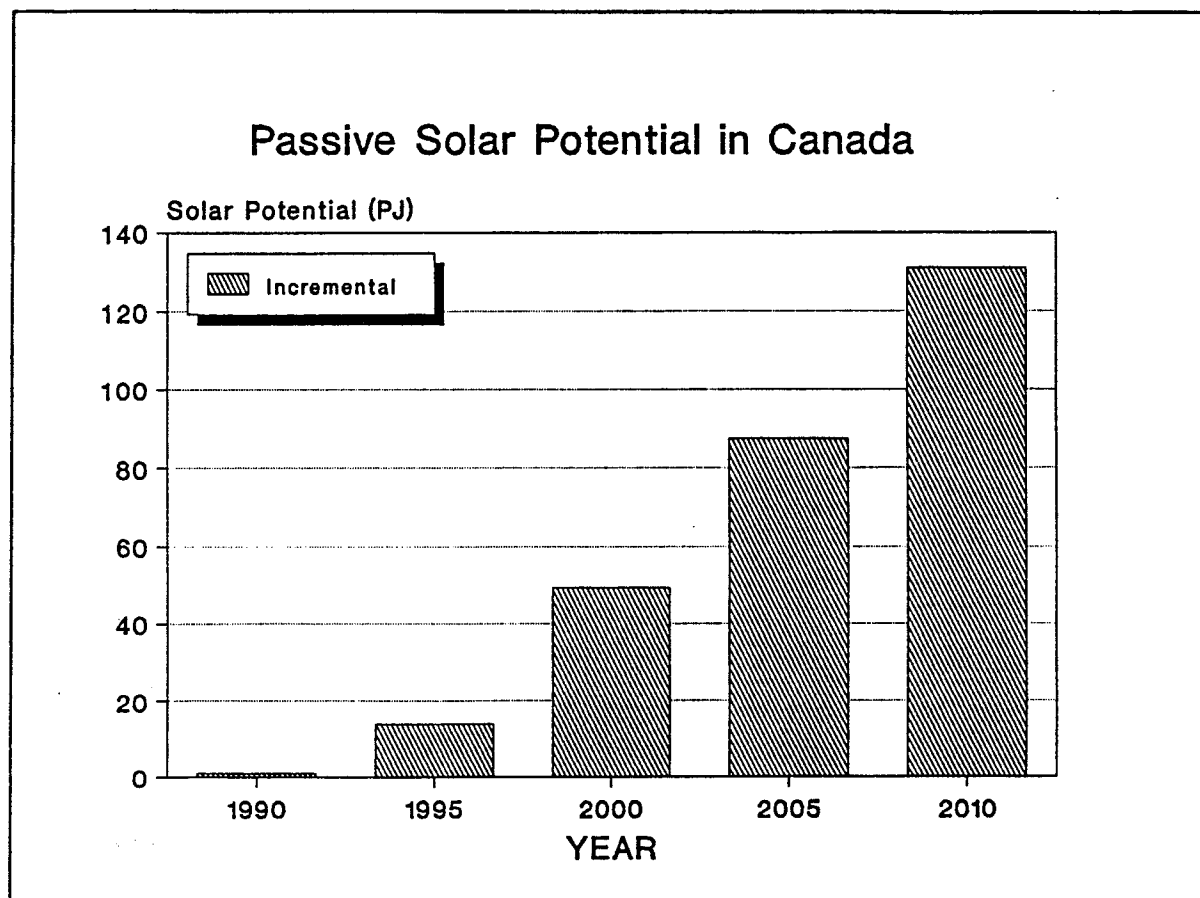
Table 1: Summary of Passive Solar Potential in Buildings in the Year 2010.

	Ultimate Passive Solar Potential (PJ/Year)	Technically Feasible Potential (PJ/Year)	Reasonably Achievable Market Potential (PJ/Year)
1. Existing Residential Retrofit Potential (to 1988)	296	136	36
2. New Residential (1989-2010)	151	53	25
3. Existing Commercial Retrofit Potential (to 1988)	172	100	26
4. New Commercial (1989-2010)	108	74	44
TOTAL	727	363	131

Table 2: Estimates of Reasonably Achievable Passive Solar Potential in the Year 2010.

Emerging Technology	Residential (PJ/yr)		Commercial (PJ/yr)		Total (PJ/yr)
	Existing	New	Existing	New	
High Performance Windows	36	14	23	11	84
Daylighting	-	-	3	31	34
Integrated Mechanical Systems	-	10	-	-	10
Thermal Storage	-	1	-	2	3
Total	36	25	26	44	131

Figure 1: Passive Solar Potential In the Year 2010.



5. CONCLUSIONS

Using current and clearly emerging passive solar technologies, the technically feasible potential for solar utilization / energy conservation has been identified as 363 PJ/year by the year 2010. The incentive to promote the acceptance of these technologies is indeed very high. A reasonably achievable market potential is 131 PJ/year in the year 2010.

Exploitation of such a large passive solar potential would require emphasis on research and development activities directed towards products with very good potential for commercialization and marketing. The clearly emerging passive solar technologies, such as high thermal performance windows, daylighting and integrated mechanical systems, should be prioritized for further research, development and demonstration. Clearly, the new high performance windows alone constitute a "breakthrough" that offers more potential for solar utilization and energy conservation than any other single change in buildings. The industry, as well as federal and provincial energy ministries, should support such R&D as a highest energy conservation priority. Energy supply and economics, and the matter of the environment, are the incentives for such R&D.

RÉSUMÉ

1. INTRODUCTION

La crise du pétrole des années 1970 a servi à sensibiliser l'industrie du bâtiment aux limites des ressources en combustibles fossiles et aux conséquences d'une escalade des prix et a amené ce secteur de l'industrie à améliorer sa performance et à se pencher sur les économies d'énergie réalisables par la diminution des échanges de chaleur attribuables à l'enveloppe du bâtiment. A compter des années 1990, il est prévu que l'emphase portera surtout sur la protection de l'environnement et plus particulièrement sur la réduction des émissions de CO². Ainsi, les préoccupations environnementales continueront de motiver l'amélioration des technologies existantes axées sur l'efficacité énergétique et d'encourager l'exploitation des technologies de pointe. Le concept technologique du solaire passif est appelé à jouer un rôle de premier ordre en ce qui concerne l'efficacité du parc bâtiment; ce concept technologique présentant à la fois attrait sur le plan technique et rentabilité sur le plan énergétique.

Comme le laisse présager son titre, la présente étude vise principalement à définir et à évaluer les possibilités offertes par les techniques des systèmes solaires passifs des bâtiments résidentiels et commerciaux du Canada. Le recours à toutes les améliorations que l'on peut apporter à l'étanchéité et à l'isolation de l'enveloppe permet, certes, une certaine économie d'énergie mais ne peut se comparer à l'efficacité énergétique du système solaire passif d'un bâtiment conçu à cette fin. Le concept du système solaire passif tire pleinement profit des apports solaires pour l'éclairage de jour et le chauffage durant l'hiver, tout en réduisant les déperditions rattachées à ces deux opérations et en supprimant la nécessité "d'évacuer" les calories excédentaires. Enfin, ce type de systèmes minimise les apports solaires et autres gains calorifiques durant l'été tout en assurant un éclairage de jour adéquat.

1.1 Conception des systèmes solaires passifs

Le solaire passif est essentiellement un mode de conception des bâtiments et non un produit particulier ou une combinaison donnée de composants. Fondamentalement, la conception de systèmes solaires passifs peut être définie comme le choix et l'articulation des divers éléments d'un bâtiment - éléments que l'on retrouve généralement dans un bâtiment traditionnel et dont le coût aura déjà été "assimilé" à d'autres fonctions de l'ouvrage - visant à recueillir l'énergie solaire et à l'utiliser de façon optimale à des fins de chauffage et d'éclairage. Les concepts qui entrent en jeu peuvent englober une architecture,

une orientation et une fenestration résolument axées vers une "forte exposition" au soleil. Les couleurs et le type de matériaux composant l'enveloppe pourront également augmenter les apports sol-air. Les systèmes solaires passifs, nous le rappelons, sous-tendent par définition un agencement soigneusement étudié en vue de tirer pleinement profit de tous les apports d'ensoleillement. Ce type de conception englobe habituellement l'intégration d'appareils de ventilation et de conditionnement de l'air actifs assurant le transfert et le stockage de la chaleur dans le bâtiment, tout au moins dans les composants courants de l'enveloppe, en vue d'une restitution au moment requis. (Une telle combinaison d'apports solaires passifs et d'appareils de traitement actifs a déjà été nommé "système solaire passif hybride", mais ces distinctions sont bien ténues et ne nous semblent pas utiles.)

Dans les études antérieures (réf. 14), il a été établi que de telles applications "sans frais" de la conception de systèmes solaires passifs dans la construction neuve peuvent fournir un apport calorifique correspondant à environ 25 pour cent des charges de chauffage, ce qui représente une hausse de près de 15 pour cent de l'apport solaire courant d'une maison ordinaire adéquatement isolée mais construite sans tirer avantage des systèmes solaires passifs. Cette augmentation est en grande partie obtenue par une orientation sud de la quasi-totalité des fenêtres. Il semble donc très claire que des applications "sans frais" aussi efficaces des éléments et matériaux traditionnels peuvent être mises à profit uniquement dans des constructions neuves jouissant d'une pleine exposition au soleil ("droits à l'ensoleillement").

1.2 Champ d'application des techniques solaires passives

La présente étude se distingue des précédentes (réf. 2, 13 et 14) par un objectif très particulier consistant à évaluer les techniques faisant appel à l'énergie solaire - techniques reconnues aussi bien que nouvelles - pouvant accroître la performance énergétique des bâtiments sans égard à l'architecture, l'articulation, l'orientation et les "droits à l'ensoleillement" de ces bâtiments. Les fenêtres à haute performance énergétique en sont un excellent exemple. Les techniques susmentionnées s'ajoutent à toute configuration avantageuse pouvant augmenter la performance d'un bâtiment et offrent généralement des possibilités additionnelles de conservation de l'énergie pour la grande majorité du parc immobilier. Les estimations présentées dans cette étude portent sur les apports calorifiques additionnels attribuables à ces techniques et viennent se combiner aux avantages que l'on peut tirer ou que l'on prévoit tirer des concepts fondamentaux inhérents aux systèmes solaires passifs.

1.3 Objectifs

Les objectifs visés se lisent comme il suit :

- estimer les apports solaires passifs "actuels" du parc immobilier, exprimés d'une part en termes absolus et d'autre part telle une fraction des besoins énergétiques;
- évaluer les possibilités globales offertes par les techniques reconnues et nouvelles en ce qui concerne les apports solaires, compte tenu à la fois de la faisabilité technique des solutions considérées et de leur intérêt commercial; et de façon plus particulière;
- définir, par des études "de facilité-d'exécution", les possibilités précises offertes par diverses techniques très prometteuses, notamment l'installation de fenêtres à haute performance énergétique, l'exploitation de la lumière du jour, les systèmes mécaniques de stockage et de restitution de l'énergie solaire, en termes d'apports calorifiques nets servant au chauffage, à l'éclairage et au refroidissement;
- sous ce dernier aspect, un autre objectif s'est ajouté au cours du projet, soit celui consistant à estimer les éventuelles économies d'énergie obtenues aux différents taux d'utilisation des fenêtres à haute performance énergétique disponibles pour le marché courant de réfection des fenêtres.

Ce projet vise à identifier la faisabilité technique des technologies en solaire passif pour les bâtiments existants de même que pour les constructions neuves. Également, le projet sert à présenter les opportunités ainsi que suggérer les priorités quant aux activités de recherche, développement et transfert de la technologie.

2. SOMMAIRE DE LA MÉTHODE UTILISÉE

Les possibilités offertes par les systèmes solaires passifs sont évaluées en fonction de la définition d'apports solaires passifs par laquelle on entend la proportion nette des besoins énergétiques du bâtiment satisfaits à l'aide de l'énergie solaire. Quatre secteurs de l'industrie du bâtiment sont étudiés :

- les bâtiments résidentiels existants (construits avant 1989);
- les bâtiments résidentiels neufs (construits entre 1989 et 2010);

- les bâtiments commerciaux ou autres que résidentiels existants (construits avant 1989); et
- les bâtiments commerciaux ou autres que résidentiels neufs (construits entre 1989 et 2010).

L'estimation des économies d'énergie pouvant être réalisées à l'aide de systèmes solaires passifs repose tout d'abord sur une révision des niveaux actuels de consommation énergétique de chaque province et de chaque secteur de l'industrie du bâtiment au moyen d'un "parc immobilier type" très détaillé. Les niveaux de consommation énergétique et le nombre de bâtiments composant ce parc type sont comparés aux autres données statistiques disponibles afin de vérifier et d'accroître la fiabilité des estimations présentées. Pour chaque secteur de l'industrie, les données relatives du parc immobilier, aux niveaux de consommation énergétiques, à la consommation de combustibles, aux apports solaires, aux éventuelles améliorations de l'efficacité énergétique et aux performances énergétiques globales sont établies à l'aide des statistiques disponibles ou encore d'estimations fondées sur certains postulats.

Après l'exécution de ces calculs, différentes situations ont été imaginées afin de représenter des taux de conservation de l'énergie distincts correspondant aux trois niveaux d'apports solaires suivants :

1. **performance maximale** : taux de conservation de l'énergie maximal probable que l'on obtiendrait en tirant pleinement avantage d'une application globale de toutes les techniques. Ce taux de conservation "idéal" représente le taux maximal possible.
2. **performance techniquement réalisable** : taux de conservation de l'énergie que l'on pourrait obtenir en tirant avantage d'une application globale de toutes les techniques actuellement disponibles ou nouvellement reconnues.
3. **performance probable du marché** : taux de conservation l'énergie obtenu en concevant divers taux de pénétration du marché par les techniques disponibles ou nouvellement reconnues qui sont ou qui seront commercialement attrayantes. Une pénétration complète du marché (100 %) correspond à la performance techniquement réalisable tandis que la performance probable du marché équivaut à une fraction de la performance techniquement réalisable.

Quatre éléments reconnus des systèmes solaires passifs ont été définis et les apports calorifiques additionnels qu'ils permettent d'exploiter, dans les situations susmentionnées, ont été évalués, d'une part pour les bâtiments résidentiels et commerciaux existants du Canada et, d'autre part, pour les

bâtiments neufs construits d'ici l'an 2010. Ces techniques comprennent les fenêtres à haute performance énergétique, l'exploitation de la lumière du jour, les réseaux mécaniques intégrés et le stockage de l'énergie thermique à l'aide de panneaux muraux à changement de phase (MCP).

Le présent résumé réunit les données appropriées relatives au parc immobilier canadien, les principales conclusions concernant les apports solaires passifs, les taux de conservation et enfin un certain nombre de détails pertinents. Les méthodes analytiques et les conclusions détaillées sont présentées dans le rapport général et les annexes qui l'accompagnent.

3. LE PARC IMMOBILIER D'ICI L'AN 2010

Le parc immobilier résidentiel comprend les maisons unifamiliales, les maisons jumelées, les maisons en rangée, les logements à l'étage de bâtiments sans ascenseur et les bâtiments d'habitation de grande hauteur. Le parc immobilier se composait, en 1988, de 9,69 millions de logements occupant 1021 millions de mètres carrés de surface de plancher. L'importance du nouveau parc immobilier résidentiel (logements construits entre 1989 et 2010) a été extrapolée d'après l'augmentation nette de nombre de logements, en fonction des taux de croissance antérieurs et des modifications projetées. Le parc immobilier résidentiel pourrait atteindre 13,8 millions de logements, soit 1494 millions de mètres carrés de surface de plancher, d'ici l'an 2010.

Le parc immobilier commercial comprend les immeubles de bureaux, les commerces de détail et les centres commerciaux, les établissements scolaires, les universités, les entrepôts, les usines et établissements industriels, les hôtels, les théâtres et centres récréatifs, les hôpitaux, les établissements publics ou réservés au culte, les garages et autres bâtiments divers. Le parc immobilier actuel se compose de 0,59 million d'unités occupant 573 millions de mètres carrés de surface de plancher. L'importance du futur parc immobilier a été extrapolée d'après l'augmentation nette du nombre de bâtiments, en fonction des taux de croissance antérieurs et des modifications projetées pour chaque type de bâtiments. Le nombre de bâtiments du parc immobilier commercial pourrait atteindre 0,89 million d'unités, soit 858 millions de mètres carrés de surface de plancher, d'ici l'an 2010.

4. SOMMAIRE DES APPORTS SOLAIRES PASSIFS

4.1 Possibilités de réfection du parc immobilier résidentiel existant

L'unique technique pouvant s'appliquer sans l'ombre d'une doute

aux logements existants en vue d'accroître leur performance énergétique est celle des fenêtres à haute performance énergétique. Une performance techniquement réalisable de 136 PJ/année pourra être obtenue en l'an 2010 si l'on remplace les fenêtres existantes par des fenêtres à haute performance énergétique (RSI 1). Une étude de cas portant sur cette catégorie de fenêtres a montré que, avec le remplacement chaque année de 4,5 pour 100 des fenêtres des bâtiments existants d'ici l'an 2000 et une augmentation de 3,5 pour 100 de l'usage de ce type de fenêtres par la suite, les apports solaires passifs s'élèveraient à 36 PJ/année en l'an 2010. Les pourcentages susmentionnés pour le parc immobilier résidentiel existant, lesquels correspondent aux taux de remplacement courants, représentent le remplacement des fenêtres de 3,1 millions de logements, soit 32 pour 100 du parc immobilier résidentiel de l'an 2010.

4.2 Bâtiments résidentiels neufs (construits entre 1989 et 2010)

Les techniques solaires passives prometteuses associées aux constructions résidentielles neuves englobent : 1) les fenêtres à haute performance énergétique, 2) le stockage de l'énergie thermique et 3) les réseaux mécaniques intégrés. Ces techniques peuvent être intégrées à la quasi-totalité des maisons et immeubles d'habitation neufs afin d'utiliser plus efficacement l'énergie solaire. L'utilisation des techniques courantes mentionnées plus haut permettra d'obtenir, en l'an 2010, une performance techniquement réalisable de 53 PJ/année.

La situation étudiée en ce qui a trait à la pénétration du marché "probable" est la suivante :

- en supposant, par projection, que 7 pour cent des logements constituant le marché en 1990 soient dotés de fenêtres à haute performance énergétique, proportion s'élevant à 34 pour 100 en l'an 2000 et à 67 pour 100 en l'an 2010, les seules fenêtres des constructions résidentielles neuves représenteront 14 PJ/année en 2010. Selon cette projection, 32 pour 100 de ce parc immobilier, soit 1,3 million de maisons neuves, seraient alors équipées de ces fenêtres;
- l'utilisation de systèmes mécaniques intégrés dans les constructions résidentielles neuves, dans une proportion de 3,5 pour 100 en 1990, proportion atteignant 16 pour 100 en l'an 2000 et 66 pour 100 en l'an 2010, représente 10 PJ/année en 2010. Près de 23 pour 100 des constructions résidentielles neuves seront alors équipées de ces systèmes mécaniques intégrés;
- l'utilisation de dispositifs de stockage thermique tels que les panneaux muraux à changement de phase (MCP) représentera

1 PJ/année en 2010 dans les bâtiments résidentiels neufs. La technique des panneaux MCP n'est pas encore au point; toutefois, la commercialisation de ce type de panneaux est prévu pour 1994. On estime qu'environ 4 pour cent des bâtiments résidentiels neufs tireront avantage de cette nouvelle technique en l'an 2010.

Somme toute, les constructions résidentielles neuves pourraient offrir une "performance probable du marché" de 25 PJ/année en matière d'apports solaires passifs en l'an 2010, performance qui pourra être obtenue en ayant recours aux techniques nouvellement reconnues de systèmes solaires passifs dans moins de 30 pour cent des constructions neuves du secteur résidentiel.

4.3 Possibilités de réfection des bâtiments commerciaux existants

Les principales techniques de systèmes solaires passifs pouvant être adaptées aux bâtiments commerciaux existants comprennent l'exploitation de la lumière du jour et la pose de fenêtres à haute performance énergétique. Une performance techniquement réalisable obtenue à l'aide des meilleures fenêtres actuellement sur le marché et d'une utilisation optimale de la lumière du jour correspondrait à environ 100 PJ/année en 2010. Dans le cas d'une performance probable du marché où moins de 20 pour cent des fenêtres des bâtiments commerciaux existants seraient remplacés et où 2,5 pour cent de ces bâtiments seraient réaménagés en vue de tirer profit de la lumière du jour, l'apport énergétique serait de 23 pour cent et de 3 PJ/année respectivement, soit l'équivalent de 26 PJ par année en 2010.

4.4 Bâtiments commerciaux neufs (construits entre 1989 et 2010)

Les techniques solaires passives prometteuses associées aux constructions commerciales neuves englobent : 1) les fenêtres à haute performance énergétique, 2) l'exploitation de la lumière du jour et 3) le stockage de l'énergie thermique. Ces techniques peuvent être intégrées à la quasi-totalité des bâtiments commerciaux neufs afin d'utiliser plus efficacement l'énergie solaire. Les systèmes mécaniques intégrés ont déjà été avantageusement mis à contribution dans une grande partie de ce secteur de l'industrie. L'utilisation des techniques courantes mentionnées plus haut permettra d'obtenir, en l'an 2010, une performance techniquement réalisable de 74 PJ/année.

La situation étudiée en ce qui a trait à une pénétration "probable" de ce marché est la suivante :

- selon nos projections, 22 pour cent des bâtiments commerciaux neufs seraient dotés de fenêtres à haute

performance énergétique (RSI 1), fournissant ainsi un apport de 11 PJ/année en 2010;

- les principaux apports solaires passifs proviendront de l'utilisation optimale de la lumière du jour. Environ 35 pour cent des constructions commerciales neuves seraient dotés des équipements permettant ce type d'exploitation, situation permettant de tirer des apports calorifiques de 31 PJ/année en 2010;
- les techniques de stockage de l'énergie thermique adaptées aux bâtiments commerciaux sont bien connues et déjà répandues. Dans la situation précédemment décrite, l'emploi de nouvelles techniques de stockage thermique telles que les panneaux MCP fournira des apports solaires de 2 PJ/année en 2010.

Somme toute, les bâtiments commerciaux neufs pourraient offrir une performance probable du marché de 44 PJ/année en matière d'apports solaires passifs en l'an 2010, performance qui pourra être obtenue en ayant recours aux techniques nouvellement reconnues incluant les fenêtres à haute performance énergétique, l'exploitation de la lumière du jour et le stockage de l'énergie thermique dans près de 35 pour cent des bâtiments commerciaux neufs.

4.5 Résumé des apports solaires passifs

Comme le montre le tableau 1, les techniques actuellement disponibles offrent une performance techniquement réalisable de 363 PJ/année et une performance probable du marché de 131 PJ/année en l'an 2010.

Le tableau 2 indique que les estimations des taux de conservation ou d'exploitation de l'énergie solaire techniquement réalisables des 4 secteurs de l'industrie du bâtiment, taux qui pourront être concétés par la mise à contribution des techniques solaires passives nouvellement reconnues. L'illustration 1 présente les apports solaires passifs incrémentaux jusqu'à l'année 2010.

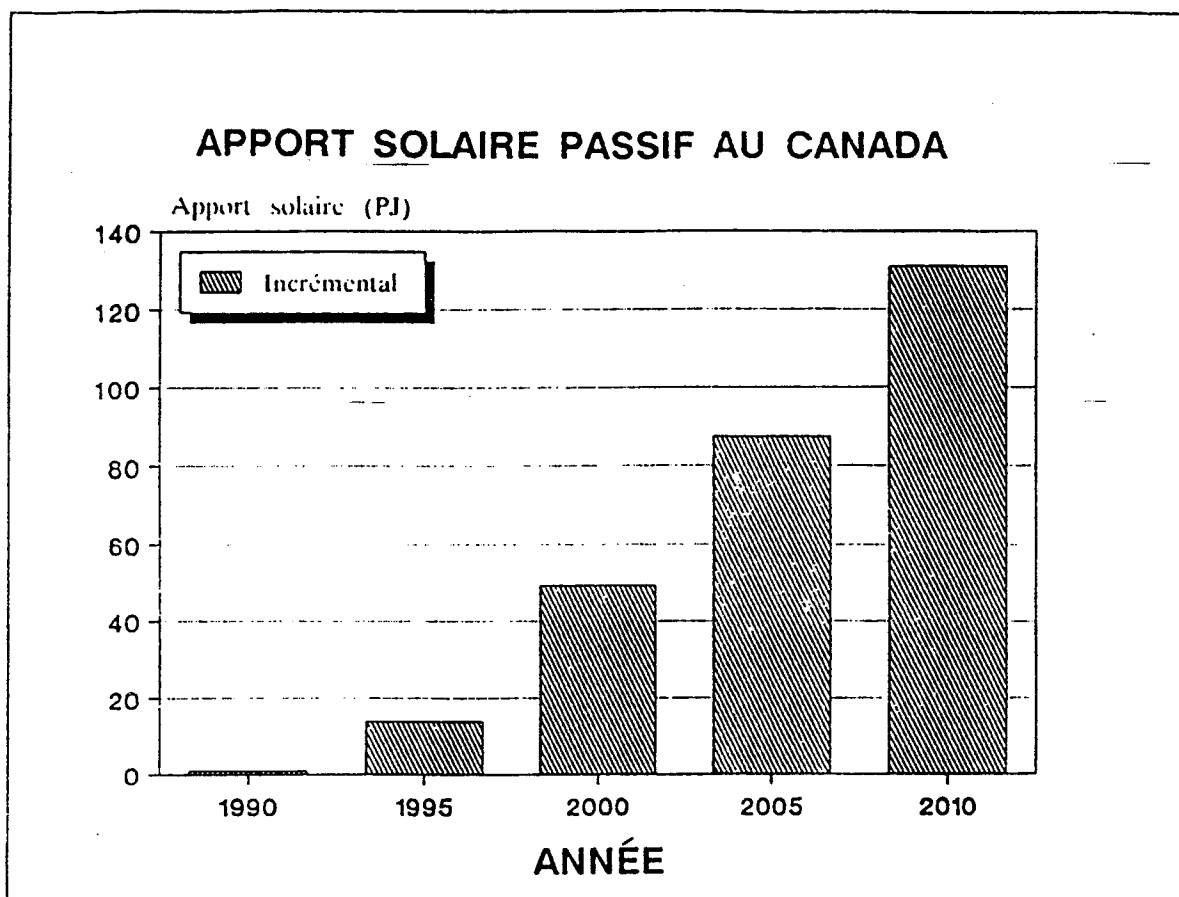
Tableau 1 : Résumé des apports solaires passifs dans les bâtiments en 2010

	Performance maximale (PJ/année)	Performance techniquement réalisable (PJ/année)	Performance probable du marché (PJ/année)
Réfection des bâtiments résidentiels existants (avant 1989)	296	136	36
Bâtiments résidentiels neufs (entre 1989 et 2010)	151	53	25
Réfection des bâtiments commerciaux existants (avant 1989)	172	100	26
Bâtiments commerciaux neufs (entre 1989 et 2010)	108	74	44
TOTAL	727	363	131

Tableau 2 : Estimations de la performance probable du marché des systèmes solaires passifs en 2010

Techniques nouvellement reconnues	Bâtiments résidentiels (PJ/année)		Bâtiments commerciaux (PJ/année)		Total (PJ/ année)
	existants	neufs	existants	neufs	
Fenêtres à haute performance énergétique	36	14	23	11	84
Exploitation de la lumière du jour	--	--	3	31	34
Systèmes mécaniques intégrés	--	10	--	--	10
Stockage de l'énergie thermique	--	1	--	2	3
TOTAL (PJ/année)	36	25	26	44	131

Illustration 1 : Apport Solaire Passif en L'an 2010



5. CONCLUSIONS

L'intérêt de promouvoir l'intégration des techniques courantes et nouvellement reconnues de systèmes solaires passifs est nécessairement très grand puisque que l'utilisation de ces techniques offre une performance techniquement réalisable en matière de conservation ou d'exploitation de l'énergie solaire de 363 PJ/année en l'an 2010, la performance probable du marché étant estimée à 131 PJ/année.

L'exploitation d'apports solaires passifs aussi considérables exigerait que l'on favorise tout particulièrement les activités de recherche et de développement axées vers les produits ayant un potentiel intéressant pour la commercialisation et la mise en marché. Les techniques solaires passives nouvellement reconnues telles que les fenêtres à haute performance énergétique, l'utilisation optimale de la lumière du jour et les systèmes mécaniques intégrés devraient figurer au premier plan des projets de recherche et de développement, et des démonstrations à venir.

Il ressort clairement que les fenêtres à haute performance énergétique permettraient, à elles seules, une percée offrant des apports plus considérables en ce qui concerne la conservation et l'exploitation de l'énergie solaire que toute autre modification pouvant être apportée aux bâtiments. L'industrie, de même que les ministères fédéral et provinciaux de l'Énergie, devrait faire de la recherche et du développement sa priorité dans le domaine de la conservation énergétique. Les ressources énergétiques, les conditions économiques et la question environnementale sont les principaux enjeux de ces projets de recherche et de développement.