

**Emerging Energy-Saving Technologies and Practices
For The Buildings Sector: 2004 Introduction,
Methodology, Results, Discussion, Next Steps &
Recommendations, Analysis, References**

Prepared For:

Sustainable Buildings and Communities
CANMET Energy Technology Centre-Ottawa
Energy Technology and Program Sector
Department of Natural Resources Canada
Government of Canada
Ottawa, Ontario, Canada
Contract No. NRCan:-03-0652
May 2004

Prepared By:

Marbek Resource Consultants Ltd.
300-222 Somerset Street West
Ottawa, Ontario, Canada, K2P 2G3
Tel: 613-523-0784; Fax: 613-523-0717
Email: marbek@marbek.ca

Scientific Authority:

Debra Haltrecht
Sustainable Buildings and Communities
CANMET Energy Technology Centre-Ottawa
Energy Technology and Program Sector
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street, 13th Floor
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E4

ACKNOWLEDGEMENTS

Many people provided information that has been essential for the success of this project. Information on many emerging technologies and practices has yet to make it into the published literature, with the result that, for many of the measures, our research emphasized telephone interviews and requests for unpublished documents. Nearly everyone we contacted was free with their time. We are pleased to acknowledge all of this assistance; without it, this report would not have been possible.

We are also very grateful to our sponsors:

- Battelle Northwest National Laboratory: Mark Ledbetter & Leslie Nicholls
- California Energy Commission: Nancy Jenkins & Eric Stubee
- California Institute for Energy and Environment: John Snyder
- Electric Power Research Institute: Greg Kuhel
- Natural Resources Canada: Debra Haltrecht and Kevin Lee
- New York State Energy Research and Development Authority: Peter Douglas & Gunnar Walmet
- Northwest Energy Efficiency Alliance: Susan Hermanet
- Pacific Gas & Electric: Peter Turnbull & Jon Livingston
- Southern California Edison: Greg Ander
- US DOE: James Brodrick

Particular thanks go to those who provided information to us; many of them are listed as sources on the individual measure data sheets.

We thank the project Advisory Committee for providing support, advice and information for this project. Their suggestions and insights were helpful as were their reviews of earlier drafts of this report.

Finally, we wish to acknowledge the assistance of many colleagues who assisted in the research and production of this report including Renee Nida at ACEEE; Marc Hoeschele, Steve Brennan, and Hugh Dwiggins at the Davis Energy Group, and G. Todesco, D. Shipley & M. Adelaar at Marbek.

This study was performed in conjunction with the American Council for an Energy-Efficient Economy as part of their project titled Emerging Energy-Saving Technologies and Practices for the Buildings Sector: 2004, Report Number A042.

EXECUTIVE SUMMARY

E.1 CONTEXT, OBJECTIVES AND SCOPE

This report profiles emerging technologies and practices for the buildings sector in North America. The report is the result of an extensive collaborative study directed by the American Council for an Energy Efficient Economy (ACEEE) and involving government, utility, research institution and consulting personnel in the U.S. and Canada. This is the third assessment of emerging technologies and practices conducted in the past decade and builds on the experience and methodology refined under the two previous studies.

The scope of this study has been enhanced to reflect the interests of some of the collaborative sponsors and participants, which specifically has translated into reporting at the following levels of differentiation: i) a U.S. market perspective, ii) a Canadian market perspective; and iii) a California-specific focus. This document consolidates the results of the U.S. and Canadian perspectives into one report. The core report is referred to as the ACEEE version. Clearly integrated into the core report are the results of the Canadian specific analysis.

The concept of assessing emerging technologies (*e.g.*, a new air conditioner) and practices (*e.g.*, improved air conditioner installation procedures) for the buildings sector is driven by the need to effectively inform policy, program and research functions in government, utilities and the private sector to identify the best candidates for program development or for further technical development.

The adoption of emerging technologies and practices (T&Ps) is key for continuing to improve energy efficiency in the buildings sector while maintaining economic growth. This is a dynamic process in which T&Ps increase their market share and consequently, over time, evolve from newly adopted T&Ps to become mature T&Ps with significant market saturation. Fortunately, innovators continue to stay “ahead of the curve” and, indeed, introduce new T&Ps more rapidly than the market can assimilate them. Some have greater potential than others, so periodic, systematic evaluations of emerging T&Ps serve to identify the best candidates for program development.

The objectives of this study are:

- To identify new research and demonstration projects that could help advance high-priority emerging technologies; and
- To identify potential new technologies and practices for market transformation activities.

The analysis covers T&Ps applicable to the buildings sector in both the residential and commercial sectors. We define “emerging technologies and practices” (“T&Ps”) as those which either: (a) are not yet commercialized but we judge to be likely to be commercialized and cost-effective to a significant proportion of end-users (on a life-cycle cost basis) by 2009; or (b) are commercialized, but currently have penetrated no more than 2 percent of the appropriate target market.

E.2 METHOD EMPLOYED

This study generated detailed profiles for 72 emerging T&Ps out of a possible candidate list of 198 measures. The method used to generate these profiles comprised the following steps:

Step 1: Develop Initial Measure Lists

Candidate T&Ps were taken from lists of emerging technologies developed for the 1998 study; existing databases and reports resident in the current study team files; recommendations from energy research organizations, major utility R&D departments, and state and provincial R&D institutions; recent conference proceedings; consultations with experts; and product and research announcements.

Step 2: Preliminary Sorting Of Measures Into Priority Categories

Low potential measures are those that are likely to have a cost of saved energy greater than current U.S. national average energy prices, or that can reduce U.S. and Canadian buildings energy use by less than 0.25 percent. High potential measures are likely to have a cost of saved energy less than 50 percent of current U.S. national average energy prices, and that can reduce U.S. or Canadian buildings energy use by 0.50 percent or more. Medium potential measures were neither “high” nor “low” potential, or measures for which little is known, so further analysis is needed.

Step 3: Selection Of Measures For Detailed Analysis

Seventy-two candidates were selected for detailed analysis as likely medium- and high-priority emerging technologies.

Step 4: Detailed Data Collection and T&P Profile Development

The T&P profiles report on the following categories: *the Market, the Base Case, New Measure Information, Savings Information, Cost, Likelihood of Success, Recommended Next Steps, and Notes* translating into 30 input parameters. Data was obtained in order to complete the 30 inputs in an EXCEL spreadsheet database. Based on these values, as well as a review of published literature on each measure and telephone conversations with researchers and manufacturers working on the different measures, written descriptions on each measure and their status and prospects were prepared (the T&P profiles).

A key quantitative output and indicator supporting the analysis and selection of priority T&Ps is the *Cost of Saved Energy* (CSE) which is defined as the levelized cost of a measure over its lifetime per unit of energy saved. It is calculated by assuming each measure is financed with a loan, with a term equal to the measure life and an interest rate equal to the discount rate, and dividing the annual loan payments by the annual energy savings. The CSE calculations are based on future mature measure cost estimates. The U.S. analysis uses a 5 percent real discount rate, where 5 percent is a figure commonly used by electric utilities for energy-saving analyses. The Canadian analysis uses a 10% real discount rate.

A second key quantitative output is the macro-market impact analysis. A spreadsheet model was developed to project market penetration and resultant energy efficiency improvements according to each T&P. A Canadian macro-market impact analysis was developed in addition to the U.S. market assessment.

A key qualitative output and indicator supporting the analysis and selection of priority T&Ps is the rating according to “likelihood of success”. T&Ps were rated by the team according to the following criteria on a 5-point scale: 1 = very difficult to succeed; 2 = be hard to succeed; 3 = moderate chance of success; 4 = good chance of success; 5 = excellent chance of success; barriers appear to be clearly surmountable.

Step 5: Selection of High Priority Measures

All of the 72 T&Ps were rated according to 3 quantitative and qualitative values: potential market level energy savings, economic performance (cost of saved energy), and likelihood of success. The high priority measures show potential energy savings of at least 1 percent of projected residential and commercial energy consumption in 2020; a cost of saved energy less than half of current retail energy prices; and a likelihood of success rating of 3 or more.

Step 6: Comparison to Prior Emerging Technologies Studies

Many of the measures examined in the 1993 and 1998 ACEEE reports were re-examined in this study. For these measures we compared our findings with our expectations from prior work in order to see which technologies fared as well as expected, which fared better and which fared worse. In addition, for the 1998 high priority technologies that are not included in this study (which is the case if they now have more than a 2 percent market share or if their commercialization date is delayed beyond 2010), we looked at their current status in relation to our expectations.

Step 7: Summary of Related Canadian R&D Efforts

This step refers to the inclusion in the T&P profiles of a Canadian R,D&D situation assessment for buildings T&Ps. Observations are presented at the outset of each category of T&P, not at the level of individual T&Ps. In addition, where pertinent, some of the individual T&P profiles include specific observations unique to the Canadian context. The main source for these observations is information gleaned from a recent applications round to the NRCan Office of Energy Efficiency (OEE) for funding support of technology development under the auspices of the “Technology & Innovation” initiative.

Step 8: Estimate of Macro Market Impact in Canada

The macro market assessment for Canada included the same T&Ps used for the North American assessment. Three measures were dropped from the analysis, as was done for the ACEEE version:

- L2: Self-Commissioning Photosensors (combined with L5)
- S6: Commercial Cool Roofs (dropped, over 2% market share today)
- S7: Integrated Window/Wall Systems (dropped, no current work on technology)

Some measures targeted specifically at climates in the southern United States were found to have very little potential in Canada. These measures were not omitted from the analysis, but were instead included in the model and assigned an applicability level of zero.

A database was developed of all the macro drivers to calculate the market impact of the technologies. For each technology, these drivers included the following:

- Sector (commercial or residential) and building segments (e.g., office, retail, single-family dwellings, etc.) to which the technology would apply
- End-uses affected by the technology
- Energy used for those end-uses within the applicable building segments
- Fuel shares, specifically the allocation between electricity and non-electric fuels for the heating and domestic hot water end uses
- Applicability of the technology to each segment, e.g., the technical limitation on application of the technology
- Current penetration of the technology
- Potential penetration of the technology by the end of the study period.

The Canadian macro-market analysis includes energy savings and associated greenhouse gas emission reductions expressed as savings in the target year, 2020 relative to a “Business As Usual” base case projection of energy use.

The savings percentage and the factors that account for technical applicability and penetration are applied to the projected “Business As Usual” annual energy consumption for 2020. The total savings presented in the results section are projected energy savings in that target year. They are not accumulated savings.

E.3 RESULTS

Seventy-two T&Ps were studied in detail. Table ES-1 indicates the distribution of these T&Ps according to the categories of “high,” “medium,” “lower,” “special,” and “not a priority”, based on 3 quantitative and qualitative values: potential market level energy savings, economic performance (cost of saved energy), and likelihood of success.

Table ES-1. Priority Levels and Distribution of Measures by Classification Parameters

Priority	Threshold for Savings	CSE, \$/kWh	CSE, \$/MMBtu (source energy)	Likelihood of success	Number of Measures
High	≥ 1.0%	≤ \$0.0405/kWh	≤ \$3.16/MMBtu	3–5	5–6
Medium	≥ 0.25%	≤ \$0.081/kWh	≤ \$6.33/MMBtu	3–5	20–27
Low	< 0.25%	≤ \$0.081/kWh	≤ \$6.33/MMBtu	2–5	11–14
Special	>~0.05%	≤ \$0.081/kWh	≤ \$6.33/MMBtu	2–5	10–19
Not a Priority		≥ \$0.81/kWh	> \$6.33/MMBtu	1–5	14–24
Total					72

The report documents the U.S. and Canadian macro assessment results separately. The Canadian results are summarized here.

The T&Ps with the greatest potential represent a variety of measure types, from changes in design practice to changes in technology. Changes in design practice offer the largest potential because the savings cut across all end uses, and because of the large number of buildings to which they can be applied. The large impact T&Ps also cut across energy end-uses as significant savings are available from advances in lighting, HVAC systems, motors, and appliances.

The top ten T&Ps, ranked according to macro-market energy savings, are as follows:

#1, PR3, Integrated Commercial Building Design LEED Level (30% > Code)

This T&P could save up to 176 PJ in the Canadian commercial sector by 2020. The greatest potential would be in offices (private and public) and retail buildings, because these segments represent the largest percentage of floor space in this sector.

#2, PR2, Ultra Low Energy Commercial Building Designs (50% > Code)

This T&P would generate significant savings for reasons very similar to those stated under PR1 but the savings per facility would be higher. As with PR3, offices and retail buildings represent the greatest potential.

#3, S1, High Insulation Technology (HIT) Windows (U<0.25)

HIT windows can save up to 20% of the energy used for heating and cooling residences and are technically applicable to any new homes from single family to apartments. Regionally, the greatest savings will occur where winters are the most severe, because nearly 85% of the energy savings are from space heating.

#4, D1, Advanced Appliance Motors

These motors can save up to 60% of the energy used by conventional motors and can be applied to all commercial pumps and to 20%-25% of residential appliances. The greatest potential is in the appliances used in single-family homes.

#5, H20, Advanced Condensing Boilers

These boilers can save up to 33% of the energy used by conventional boilers and they are applicable in all commercial buildings with hydronic systems. The greatest potential exists in offices and retails, because they represent the largest floor space with hydronic systems, but schools and health care facilities also offer large potential.

#6, L15, Scotopic Lighting

This T&P offers significant potential because lighting energy can be reduced by up to 30% in all commercial fluorescent lighting to which the technology is applied. The greatest potential is in offices and retail facilities, because of the large floor space in those categories.

#7, R1, Solid State Refrigeration (Cool Chips™)

This T&P offers a large potential because it could save up to 40% of the energy used for refrigeration and could apply to all commercial and residential refrigeration. The greatest potential is with refrigeration in single-family homes.

#8, W1, Condensing Water Heaters

This T&P offers a large potential because it could save up to 29% of the energy used for domestic hot water in all single-family and mobile homes with non-electric water heating. The greatest potential is in single-family detached homes, because they represent the largest number of dwelling units.

#9, A1, 1-watt Standby Power for Appliances

This T&P offers a large potential because it could save up to 60% of the standby power in all residential appliances and electronic equipment that have standby power. Penetration could be up to 100% of those appliances by 2020.

#10, L14, One-Lamp Linear Fluorescent Fixtures with High Performance Lamps

This T&P offers significant potential because it could save up to 42% of the lighting energy in all fluorescent lighting in offices, schools, and healthcare facilities.

Recommendations and Next Steps for Canada

The Canadian macro-economic analysis leads to the following set of recommended high priority measures, as listed in Exhibit E.2.

Exhibit E.2. Recommended High-Priority Measures for Canada

Measure	Name	Commentary
PR2	Comm. Construction 50%>Code	<ul style="list-style-type: none"> This measure produces a higher level of savings per building and at a lower cost than PR3, but is not applicable to as many buildings.
PR3	Comm. Construction 30%>Code	<ul style="list-style-type: none"> This level of improvement in design is more broadly applicable than PR2, and will result in a greater level of overall savings
D1	Advanced Appliance Motors	<ul style="list-style-type: none"> This measure offers large potential savings in both the residential and commercial sectors, at very small incremental cost. The motors are mainly used in other products, so it is the manufacturers who must adopt the measure. Because most of the pumps and appliances involved are marketed internationally, this will require collaboration with the U.S. and other countries.
H20	Advanced Condensing Boilers	<ul style="list-style-type: none"> This measure offers considerable potential in commercial buildings with hydronic systems, at only a modest incremental cost. Education for designers is an appropriate method for encouraging adoption of the measure.
L15	Scotopic Lighting	<ul style="list-style-type: none"> This measure offers significant savings potential in commercial lighting, and is expected to have no incremental cost over conventional lighting. The measure requires continued R&D and technology demonstrations.
R1	Solid State Refrigeration (Cool Chips™)	<ul style="list-style-type: none"> This is a new technology, requiring more R&D to bring it to commercialization.
A1	1-Watt Standby Power	<ul style="list-style-type: none"> Programs such as Energy Star, manufacturer incentives, and new standards are all appropriate ways to encourage adoption of this measure.
L14	One-Lamp Linear Fluorescent Fixtures with High Performance Lamps	<ul style="list-style-type: none"> This measure offers significant savings potential in commercial lighting, with only modest incremental cost. The measure can be encouraged through education of designers and changes to current incentive programs.

RÉSUMÉ

E.1 CONTEXTE, OBJECTIFS ET MANDAT

Le présent rapport dresse le profil des technologies et des pratiques émergentes dans le secteur du bâtiment en Amérique du Nord. Il découle d'une étude exhaustive concertée menée par l'American Council for an Energy Efficient Economy (ACEEE), en collaboration avec des employés du gouvernement, des services publics, des institutions de recherche et des experts-conseils des États-Unis et du Canada. Il s'agit de la troisième évaluation de technologies et de pratiques émergentes, effectuée au cours de la dernière décennie, fondée sur l'expérience et la méthode améliorées des deux études précédentes.

On a élargi le champ de la présente étude afin de tenir compte des intérêts de certains des commanditaires et intervenants qui œuvrent de concert, ce qui s'est traduit par les différentes approches suivantes : i) étude à partir d'une perspective du marché américain; ii) étude à partir d'une perspective du marché canadien; iii) étude à partir des spécificités de la Californie. Le présent document englobe en un seul rapport les résultats des études faites à partir des perspectives américaine et canadienne. On désigne par *version de l'ACEEE* le rapport principal. Les résultats de l'analyse relative au marché canadien sont intégrés dans ce rapport principal.

Le concept d'évaluation des technologies émergentes (p. ex., un nouveau climatiseur) et des nouvelles pratiques (p. ex., procédés d'installation de climatiseurs améliorés) dans le secteur du bâtiment est axé sur la nécessité de fournir aux responsables des politiques, des programmes et de la recherche au sein du gouvernement, des services publics et du secteur privé des renseignements pertinents qui leur permettent d'identifier de manière efficace les technologies et les pratiques émergentes les plus appropriées à l'élaboration de programmes ou au développement technique.

L'adoption des technologies et des pratiques émergentes est essentielle si l'on veut continuer à améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment, tout en maintenant la croissance économique. Il s'agit d'un processus dynamique au cours duquel les technologies et les pratiques émergentes augmentent leur part du marché et, par conséquent, passent, au fil du temps, du stade de technologies et de pratiques émergentes récemment adoptées à celui de technologies et de pratiques complètement intégrées, atteignant un important niveau de saturation du marché. Heureusement, les innovateurs continuent d'avoir une « longueur d'avance » et d'offrir des technologies et des pratiques émergentes plus vite que le marché ne peut les intégrer. Certaines présentant plus de potentiel que d'autres, les évaluations cycliques et systématiques permettent de déterminer celles qui conviennent le mieux à l'élaboration de programmes.

La présente étude a pour objectif :

- de déterminer de nouveaux projets de recherche et de démonstration qui permettent l'amélioration des technologies émergentes de première priorité;
- de déterminer les technologies et les pratiques nouvelles possibles pour les activités liées à la transformation du marché.

L'analyse englobe les technologies et les pratiques émergentes applicables au secteur du bâtiment aussi bien résidentiel que commercial. Les « technologies et les pratiques émergentes » désignent : (a) celles qui ne sont pas encore commercialisées, mais qui, selon nous, le seront vraisemblablement d'ici 2009 et qui seront rentables pour une proportion importante d'utilisateurs finals (compte tenu du cycle de vie); (b) celles qui sont déjà commercialisées, mais qui n'ont pas atteint plus de 2 p. 100 de la part du marché visée.

E. 2 MÉTHODE UTILISÉE

Cette étude a permis d'établir le profil de 72 technologies et pratiques émergentes choisies à partir d'une liste initiale de 198 mesures. La méthode suivie lors de l'établissement de ces profils comprend les étapes suivantes :

Étape 1 : Élaboration des listes des mesures initiales

Les technologies et les pratiques émergentes examinées ont été sélectionnées à partir des listes élaborées lors de l'étude de 1998, des bases de données et des rapports contenus dans les fichiers de la présente étude, des recommandations exprimées par les organismes de recherche en matière d'énergie, des principaux services de R et D des services publics, les institutions de R et D d'États américains et provinciaux, des comptes rendus de conférences récentes, des consultations auprès des experts et des annonces au sujet de produits et de recherches.

Étape 2 : Premier tri des mesures par ordre de priorité

Les mesures à faible potentiel sont celles dont le coût de l'énergie économisée dépasse vraisemblablement les prix moyens de l'énergie aux États-Unis ou qui permettent de réduire la consommation de l'énergie des bâtiments aux États-Unis et au Canada de moins de 0,25 p. 100. Les mesures à potentiel élevé sont celles dont le coût de l'énergie économisée est probablement inférieur à 50 p. 100 des prix moyens de l'énergie aux États-Unis et qui permettent de réduire la consommation d'énergie des bâtiments aux États-Unis et au Canada 0,5 p. 100 au moins. Les mesures à potentiel moyen sont celles dont le potentiel n'est ni « faible », ni « élevé » ou des mesures au sujet desquelles on dispose de peu de renseignements et qui nécessitent une analyse plus poussée.

Étape 3 : Choix des mesures aux fins d'une analyse approfondie

Soixante-douze mesures ont été choisies afin d'effectuer une analyse approfondie des technologies émergentes présentant un caractère prioritaire élevé ou intermédiaire.

Étape 4 : Collecte de données détaillées et établissement des profils des technologies et des pratiques émergentes

Les profils des technologies et des pratiques émergentes portent sur les aspects suivants : *le marché, les cas de base, les données sur la nouvelle mesure, les données sur les économies, le coût, les chances de succès, les mesures à prendre recommandées et les remarques*, exprimées selon 30 paramètres. Les données ont été recueillies dans le but d'entrer ces 30 paramètres dans une base de données sous forme de feuille de calcul EXCEL. Des descriptions (profils des technologies et des pratiques émergentes) des différentes mesures, de leur statut et de leurs

applications éventuelles, ont été rédigées à partir des données susmentionnées, des renseignements recueillis dans différentes publications sur chacune des mesures et des conversations téléphoniques avec des chercheurs et des fabricants qui travaillent sur ces différentes mesures.

Le *coût de l'énergie économisée* (CÉÉ), donnée quantitative et indicateur clé pour l'analyse et le choix de l'ordre de priorité attribué aux technologies et pratiques émergentes, désigne le coût moyen actualisé d'une technologie, par unité d'énergie économisée, réparti sur son cycle de vie. En admettant que chaque mesure soit financée par un prêt, dont l'échéance équivaut à la durée de vie de la technologie, et que le taux d'intérêt qui y est appliqué soit égal au taux d'escompte, le coût d'énergie économisée s'obtient en divisant les annuités par les économies d'énergie réalisées en une année. Le calcul du CÉÉ se fait à partir d'estimations de coûts de mesure future échue. Aux États-Unis, on utilise un taux d'escompte réel de 5 p. 100, représentant un taux couramment utilisé par les services publics d'électricité dans le cadre d'analyses d'économie d'énergie. L'analyse canadienne utilise un taux d'escompte réel de 10 p. 100.

L'analyse de l'incidence sur le macromarché représente le deuxième facteur quantitatif clé. On a élaboré une feuille de calcul modèle afin d'y représenter la pénétration sur le marché et les améliorations de l'efficacité énergétique qui en découlent, en fonction de chacune des nouvelles technologies et pratiques. On a également effectué une analyse de l'incidence sur le macromarché canadien en plus de l'évaluation du marché américain.

Le classement selon les « chances de succès » représente un facteur qualitatif et un indicateur clé dans l'analyse et le choix de l'ordre de priorité attribué aux technologies et pratiques émergentes. Ces dernières ont été classées par l'équipe qui a réalisé l'étude en fonction des critères suivants, selon une échelle à cinq niveaux : 1 = très faibles chances de succès; 2 = faibles chances de succès; 3 = chances de succès moyennes; 4 = bonnes chances de succès; 5 = excellentes chances de succès; les difficultés semblent tout à fait surmontables.

Étape 5 : Sélection des mesures à priorité élevée

Les 72 technologies et pratiques émergentes ont été classées selon trois valeurs quantitatives et qualitatives : les économies d'énergies possibles sur le marché, le rendement économique (coût de l'énergie économisée) et les chances de succès. Les mesures à priorité élevée laissent entrevoir des économies d'énergie potentielles de 1 p. 100 au moins de la consommation d'énergie résidentielle et commerciale prévue pour 2020; un coût d'énergie économisée inférieur à la moitié des prix de détail actuels de l'énergie et des chances de succès équivalentes à 3 et plus.

Étape 6 : Comparaison avec des études précédentes de technologies émergentes

Plusieurs des mesures figurant dans les rapports de l'ACEEE des années 1993 et 1998 ont été examinées de nouveau dans la présente étude. Ainsi, nous avons comparé, pour ces mesures, nos résultats avec les estimations fournies dans nos travaux précédents, afin de déterminer les technologies qui ont répondu à nos attentes, celles qui les ont dépassées et celles qui les ont trahies. Par ailleurs, en ce qui concerne les technologies très prioritaires qui ne sont pas contenues dans la présente étude (telles que celles dont la part de marché dépasse les 2 p. 100 ou

dont la commercialisation a été repoussée au-delà de 2010), nous avons pris en considération leur situation actuelle par rapport à nos attentes.

Étape 7 : Résumé des efforts canadiens en matière de R et D

Cette étape concerne l'inclusion dans les profils des technologies et des pratiques émergentes d'une évaluation de la situation effectuée par organisme de R et D canadien en ce qui a trait aux technologies et pratiques des bâtiments. Les observations figurent au début de chaque catégorie de technologies et pratiques émergentes, et non au niveau du profil de chacune d'elles. Par ailleurs, on a ajouté aux profils distincts des observations propres au contexte canadien, le cas échéant. Les principales sources de renseignements proviennent de récentes demandes de financement présentées à l'Office de l'efficacité énergétique de RNCAN (OEE), dans le cadre de l'Initiative d'innovation technologique.

Étape 8 : Estimation de l'incidence sur le macromarché canadien

L'évaluation des technologies et pratiques prises en compte lors de l'évaluation du macromarché canadien sont les mêmes que celles utilisées pour l'analyse du macromarché nord-américain. Trois mesures ont été ignorées dans l'analyse, à l'instar de la version de l'ACEEE :

- L2 : Photodétecteurs à commissionnement automatique (combinés avec L5)
- S6 : Toits commerciaux frais (ignorée, à peine plus de 2 p. 100 aujourd'hui)
- S7 : Systèmes intégrés fenêtrages/mûrs (ignorés, aucune recherche technologique en cours)

On a considéré que certaines mesures spécifiques au climat du Sud des États-Unis présentaient peu de potentiel au Canada. Elles n'ont pas été ignorées, mais on leur a attribué un niveau d'applicabilité nul.

Une base de données de tous les facteurs macros a été élaborée aux fins de calcul de l'incidence des technologies sur le marché. Pour chaque technologie, on compte parmi ces facteurs :

- le secteur (commercial ou résidentiel) et les catégories de bâtiments (p. ex, bureaux, magasins, résidences unifamiliales, etc.) auxquels la technologie s'appliquerait.
- les utilisations finales influencées par la technologie
- la forme d'énergie à laquelle recourent ces utilisations finales dans les catégories de bâtiments correspondantes
- parts des sources d'énergie, notamment celles de l'énergie électrique et de l'énergie non électrique destinées au chauffage des bâtiments et de l'eau
- applicabilité de la technologie pour chaque catégorie, p. ex., les limites techniques de l'application de la technologie
- la pénétration actuelle de la technologie sur le marché
- la pénétration éventuelle de la technologie sur le marché à la fin de la période d'étude

L'analyse macroéconomique du marché canadien comprend les économies d'énergie et la réduction connexe des émissions de gaz à effet de serre exprimées sous forme d'économies pour l'année cible de 2020, selon une projection d'un cas de base « classique » d'utilisation de l'énergie.

Le pourcentage des économies et les facteurs qui entrent en compte pour l'applicabilité technique et la pénétration sur le marché sont appliqués à la projection du cas « classique » de consommation annuelle d'énergie pour l'année 2020. Toutes les économies mentionnées dans la partie intitulée « Résultats » sont des projections d'économies d'énergie pour cette année cible. Il ne s'agit pas d'économies accrues.

E.3 RÉSULTATS

Soixante-douze technologies et pratiques émergentes ont été étudiées en détail. Le tableau Es-1 indique le classement de ces technologies et pratiques nouvelles, en fonction des catégories suivantes : « priorité élevée », « priorité moyenne », « priorité faible », « priorité spéciale », « non prioritaire », selon trois valeurs quantitatives et qualitatives : les économies d'énergies potentielles sur le marché, le rendement économique (coût de l'énergie économisée) et les chances de succès.

Tableau ES-1. Niveaux de priorité et répartition des mesures en fonction des paramètres de classification

Priorité	Seuil des économies	CÉÉ (\$/kWh)	CÉÉ, \$/million de Btu (source d'énergie)	Chance de succès	Nombre de mesures
Élevée	≥ 1,0 %	≤ 0,040 \$/kWh	≤ 3,16 \$/ million de Btu	3–5	5–6
Moyenne	≥ 0,25 %	≤ 0,081 \$/kWh	≤ 6,33 \$/ million de Btu	3–5	20–27
Faible	< 0,25 %	≤ 0,081 \$/kWh	≤ 6,33 \$/ million de Btu	2–5	11–14
Spéciale	>~0,05 %	≤ 0,081 \$/kWh	≤ 6,33 \$/ million de Btu	2–5	10–19
Non prioritaire		≥ 0,81 \$/kWh	> 6,33 \$/ million de Btu	1–5	14–24
Total					72

Le rapport fournit des résultats de macroévaluation distincts relatifs aux États-Unis et au Canada. Les résultats canadiens sont résumés dans le présent document.

Les technologies et pratiques émergentes présentant le plus grand potentiel correspondent à une variété de types de mesures, allant du changement des pratiques relatives à la conception jusqu'au changement technologique. Le changement des pratiques ayant trait à la conception offre un potentiel plus élevé, car les économies qu'elles permettent de réaliser touchent toutes les utilisations finales et parce qu'elles s'appliquent à un très grand nombre de bâtiments. La forte incidence des technologies et des pratiques émergentes touche également les utilisations finales de l'énergie étant donné les économies considérables réalisées grâce au développement des systèmes d'éclairage et de CVC, des moteurs et des appareils électroménagers.

Voici les dix meilleures technologies et pratiques émergentes, classées en fonction des économies d'énergie de macromarché :

N° 1. PR3 – Conception intégrée des immeubles commerciaux de niveau LEED (30 p. 100 > Code)

Cette pratique émergente permettra d'économiser jusqu'à 176 PJ dans le secteur commercial canadien d'ici 2020. Son plus grand potentiel réside dans les bureaux (secteurs privé et public) et les immeubles de magasins, car ces derniers ont le plus grand pourcentage de surface utile du secteur.

N° 2. PR2 - Conception d'immeubles commerciaux à consommation d'énergie ultra faible (50 p. 100 > Code)

Cette pratique émergente permet des économies d'énergie considérables pour des raisons très semblables à celles données pour la catégorie PR1, mis à part le fait que les économies par

immeuble seraient plus élevées. Quant à la catégorie PR3, les bureaux et les immeubles de magasins offrent le potentiel le plus élevé.

N° 3. S1 - Fenêtres à haute isolation ($U < 0,25$)

Les fenêtres étanches de haute technologie permettent d'économiser jusqu'à 20 p. 100 de l'énergie utilisée dans le chauffage et la climatisation résidentiels et elles peuvent être techniquement adaptées à n'importe quel type de maison, allant de la maison unifamiliale aux appartements. Du point de vue régional, les économies les plus importantes sont réalisables dans les régions où les hivers sont les plus rigoureux, car environ 85 p. 100 des économies d'énergie proviennent du chauffage local.

N° 4. D1 - Moteurs perfectionnés d'appareils électroménagers

Ces moteurs permettent d'économiser jusqu'à 60 p. 100 de l'énergie utilisée par les moteurs classiques et ils peuvent s'adapter à toutes les pompes commerciales ainsi qu'à 20 p. 100 à 25 p. 100 des appareils électroménagers résidentiels. Leur plus grand potentiel réside dans les appareils électroménagers installés dans les maisons unifamiliales.

N° 5. H20 - Chaudières perfectionnées à condensation

Ces chaudières permettent d'économiser jusqu'à 33 p. 100 de l'énergie utilisée par les chaudières classiques et elles peuvent être installées dans tous les immeubles commerciaux équipés de systèmes de chauffage à eau chaude. Leur potentiel le plus élevé réside dans les bureaux et les immeubles de magasins, car ceux-ci représentent la plus grande surface utile dotée de système de chauffage à eau chaude; cela dit, les écoles et les établissements de santé ont, eux aussi, un grand potentiel.

N° 6. L15 – Éclairage scotopique

Cette technologie émergente offre un grand potentiel, car la réduction de l'énergie consommée par l'éclairage peut atteindre 30 p. 100 dans tous les immeubles commerciaux utilisant un éclairage fluorescent et auxquels cette technologie s'applique. Son potentiel le plus élevé réside dans les bureaux et les immeubles de magasins, étant donné leur grande surface utile.

N° 7. R1 – Réfrigération par semi-conducteurs (Cool Chips^{MC})

Cette technologie émergente offre un grand potentiel, car elle permet d'économiser jusqu'à 40 p. 100 de l'énergie utilisée pour la réfrigération et elle est applicable à tous les types de réfrigération commerciale et résidentielle. Son plus grand potentiel se trouve dans la réfrigération dans les maisons unifamiliales.

N° 8. W1 – Chauffe-eau à condensation

Cette technologie émergente offre un potentiel élevé, car elle permet d'économiser jusqu'à 29 p. 100 de l'énergie utilisée pour l'eau chaude résidentielle dans toutes les maisons unifamiliales et les maisons mobiles non équipées de chauffe-eau électrique. Son plus fort potentiel réside dans les maisons unifamiliales isolées, étant donné le grand nombre d'unités de logement qu'elles représentent.

N° 9. A1 – Puissance en stand-by d'un watt pour les appareils électroménagers

Cette technologie émergente offre un grand potentiel, car elle permet d'économiser jusqu'à 60 p. 100 de l'alimentation de secours pour tous les appareils électroménagers et les équipements électroniques résidentiels qui sont dotés d'une alimentation de secours. La pénétration du marché de ces appareils électroménagers pourrait atteindre 100 p. 100 d'ici 2020.

N° 10. L14 – Appareils d'éclairage fluorescent linéaires à tube unique avec tube à haut rendement

Cette technologie émergente offre un grand potentiel, car elle permet d'économiser jusqu'à 42 p. 100 de l'énergie utilisée pour l'éclairage fluorescent dans les bureaux, les écoles et les établissements de santé.

Recommandations et étapes suivantes pour le Canada

L'analyse macroéconomique canadienne aboutit aux mesures à priorité élevée suivantes, énumérées dans l'annexe E.2.

DISCLAIMER

This report is distributed for information purposes only and does not necessarily reflect the views of the operating agent (Government of Canada through the department of Natural Resources Canada) nor does it constitute an endorsement of any commercial product or person. All property rights, including copyright, are vested in the operating agent on behalf of the International Energy Agency Energy Conservation in Buildings and Community Systems Program (IEA/ECBCS) for the benefits of the Annex 42 participants provided, however, that the participants may reproduce and distribute such material, but if it shall be published with a view to profit, permission should be obtained from the IEA/ECBCS.

In particular, no part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the operating agent.

Neither the International Energy Agency, (IEA) Canada, its ministers, officers, employees nor agents make any warranty or representation, expressed or implied, with respect to the use of any information, apparatus, method, process or similar items 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 assume any liability or responsibility arising out of this report.

Table of Contents

EXECUTIVE SUMMARY	I
PART 1: THE CORE REPORT.....	1
CHAPTER 1: INTRODUCTION.....	1
1.1 Background.....	1
1.2 The Canadian Version.....	2
1.3 Objectives, Outputs, Scope and Definitions	2
1.4 Uncertainties in the Analysis and Other Caveats.....	3
1.5 Organization of this Report.....	4
CHAPTER 2: METHODOLOGY OF 2004 EMERGING TECHNOLOGIES PROJECT ...	6
CHAPTER 3: RESULTS	20
3.1 ACEEE Version Results	20
3.2 Canadian Macro-Market Results	31
CHAPTER 4: OBSERVATIONS ON THE CANADIAN MACRO-ECONOMIC ANALYSIS	39
CHAPTER 5: NEXT STEPS AND RECOMMENDATIONS.....	42
PART 2: THE TECHNOLOGY PROFILES.....	46
INTRODUCTION TO CANADIAN CONTENT	46
APPLIANCES.....	47
A1 1-WATT STANDBY POWER FOR APPLIANCES.....	48
A2 ONE KWH/DAY REFRIGERATOR WITH LINEAR COMPRESSOR.....	50
CONTROL SYSTEMS.....	52
CR1 HOTEL KEY CARD SYSTEM.....	53
WATER HEATING.....	55
W1 CONDENSING WATER HEATERS	56
W2 INSTANTANEOUS, GAS-FIRED, HIGH-MODULATING (CA. 10:1) INSTANT WATER HEATERS	58
W3 HEAT PUMP WATER HEATERS: WITH AND WITHOUT INTEGRAL TANKS	60
W4 INTEGRATED HOME COMFORT SYSTEMS	62
DRIVES AND MOTORS.....	64
D1 ADVANCED APPLIANCE MOTORS.....	65
D2 ADVANCED UNITARY HVAC COMPRESSORS.....	67
D3 ADVANCED HVAC FAN MOTORS.....	69
D3 ADVANCED HVAC FAN MOTORS.....	69
D4 HIGH-EFFICIENCY POOL AND DOMESTIC WATER PUMP SYSTEMS	71
HEATING, VENTILATING, AND AIR CONDITIONING (HVAC).....	73
H1 NEXT GENERATION COMMERCIAL ROOF-TOP A/C.....	77

H2	CROMER CYCLE AIR CONDITIONER.....	79
H3	HEAT PIPES FOR CENTRAL AIR CONDITIONING DEHUMIDIFICATION ..	81
H4	FREE-STANDING EFFICIENT DEHUMIDIFIERS TO AUGMENT RESIDENTIAL CAC	83
H5	HOT-DRY CLIMATE DESIGNS.....	85
H6	ULTRAVIOLET GERMICIDAL IRRADIATION FOR HVAC SYSTEMS	87
H7	ROBUST AC AND HP	89
H8	SMALL PACKAGED ADVANCED ABSORPTION CHILLERS (~5 TON)/HYBRID ABSORPTION & MECHANICAL CHILLER.....	91
H9	ADVANCED COLD-CLIMATE HEAT PUMP/FROST-LESS HEAT PUMP	93
H10	GEOHERMAL HEAT PUMPS (GSHP)	95
H11	LEAKPROOF DUCT FITTINGS.....	97
H12	AEROSEAL OR OTHER SPRAY-IN/COMPREHENSIVE RESIDENTIAL HVAC DUCT SEALING	99
H13	MICROCHANNEL HEAT EXCHANGERS.....	101
H14	SOLID STATE REFRIGERATION (COOL CHIPS TM) FOR HEAT PUMP APPLICATIONS	103
H15	PRACTICES FOR DESIGN FOR LOW PARASITICS	105
H16	HIGH EFFICIENCY GAS-FIRED ROOFTOP UNITS.....	107
H17	SOLAR PRE-HEATED VENTILATION AIR SYSTEMS (SOLARWALL TM).....	109
H18	VENTILATION CONTROLLED BY IAQ INDICATORS.....	111
H19	DISPLACEMENT UNDERFLOOR VENTILATION WITH LOW STATIC PRESSURE.....	113
H20	ADVANCED CONDENSING BOILERS (COMBINED W/ W4).....	115
	LIGHTING.....	117
L1	HIGH EFFICACY SUPER T8 LIGHTING.....	118
L3	HALOGEN INFRARED REFLECTING A-LINE LAMPS.....	120
L4	COST EFFECTIVE LOAD SHED BALLAST.....	122
L5	ADVANCED/INTEGRATED DAYLIGHTING CONTROLS (ADCS)	124
L6	HID REFLECTOR LAMP/CERAMIC METAL HALIDE	126
L7	MOTION SENSOR NIGHTLIGHT	128
L8	UNIVERSAL LIGHT DIMMING CONTROL DEVICE.....	130
L9	ADVANCED HIGH INTENSITY DISCHARGE (AHID) LIGHT SOURCES	132
L10	HYBRID SOLAR LIGHTING	134
L11	LED LIGHTING.....	136
L13	HIGH QUALITY RESIDENTIAL CFL PORTABLE FIXTURES	138

L14	ONE-LAMP LINEAR FLUORESCENT FIXTURES WITH HIGH PERFORMANCE LAMPS.....	140
L15	SCOTOPIC LIGHTING.....	142
L16	RECESSED AIR-TIGHT CFL CANS.....	144
	POWER.....	146
O1	NETWORKED COMPUTER POWER MANAGEMENT.....	147
P1A	RESIDENTIAL MICRO-CHP USING FUEL CELLS.....	149
P1B	RESIDENTIAL MICRO-COGENERATION USING STIRLING ENGINES.....	151
P2 A&B	COMMERCIAL MICRO-CHP USING FUEL CELLS AND MICROTURBINES.....	153
	PRACTICES.....	155
PR1	AUTOMATED BUILDING DIAGNOSTICS SOFTWARE (ABDS).....	157
PR2	ULTRA LOW ENERGY COMMERCIAL BUILDING DESIGNS.....	159
PR3	INTEGRATED COMMERCIAL BUILDING DESIGN LEED LEVEL.....	161
PR4	RETROCOMMISSIONING.....	163
PR5	ZERO (NET) ENERGY HOUSES, INCLUDING HOUSES WITH 50% + ENERGY SAVINGS.....	165
PR6	EASIER TO USE AND MORE EFFECTIVE SIZING METHODS FOR RESIDENTIAL HVAC.....	167
PR7	BULLS-EYE COMMISSIONING.....	169
	REFRIGERATION.....	171
R1	SOLID STATE REFRIGERATION (COOL CHIPS™).....	172
R2	MODULATING COMPRESSORS FOR PACKAGED REFRIGERATION.....	174
R3	EFFICIENT FAN MOTOR OPTIONS FOR COMMERCIAL REFRIGER.....	176
	BUILDING ENVELOPE (SHELL).....	178
S1	HIGH INSULATION TECHNOLOGY (HIT) WINDOWS (U<0.25).....	180
S2	ACTIVE WINDOW INSULATION (AUTOMATED VENETIAN BLINDS).....	182
S3	ELECTROCHROMIC GLAZING (ACTIVE GLAZING).....	184
S4	ATTIC FOIL THERMAL ENVELOPE (RESIDENTIAL).....	186
S5	RESIDENTIAL COOL COLOR ROOFING.....	188
S8	HIGH QUALITY ENVELOPE INSULATION.....	190
S9	ENGINEERED WALL FRAMING.....	192
	REFERENCES.....	194