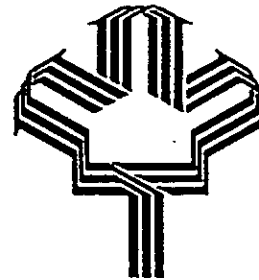


**LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN**



**ADVANCED HOUSES PROGRAM
PROGRAMME DE MAISONS PERFORMANTES**

**Innova House
Ottawa's Advanced House**

PREPARED FOR:

The CANMET Energy Technology Centre
Energy Technology Branch, Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
Ottawa, Ontario, K1A 0E4
DSS Contract No.: EA-8810-E1
January 31, 1996

PREPARED BY:

Energy Building Group
47-30 Concourse Gate
Nepean, Ontario, Canada
K2E 7V7
Tel.: (613) 723-5907

SCIENTIFIC AUTHORITY:

Tim Mayo
Buildings Group
The CANMET Energy Technology Centre
Energy Technology Branch, Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street
Ottawa, Ontario, K1A 0E4

CITATION

Energy Building Group, *Innova House, Ottawa's Advanced House*. DSS Contract No. EA-8810-E1. The CANMET Energy Technology Centre, Energy Technology Branch, Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1996, (61 pages).

Copies of this report may be obtained through the following:

Energy Technology Branch, CANMET
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street, 13th Floor
Ottawa, Ontario
K1A 0E4

or

Intellectual Property and Technical Information Management (IPTIM)
Library and Documentation Services Division, CANMET
Department of Natural Resources Canada
555 Booth Street, 3rd Floor, Room 341
Ottawa, Ontario
K1A 0G1

DISCLAIMER

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

NOTE

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

ISBN: 0-660-16605-4

Catalogue No.: M91-7/374-1996E

Executive Summary

Located in Kanata, a suburb of Ottawa, Innova House is an Advanced House demonstration home that was built under Natural Resources Canada's (NRCan's) Advanced Houses Program—a program that challenged Canada's home building industry to look to the future by developing and testing innovative methods of reducing energy consumption, providing a better indoor climate, and reducing the impact of houses on the environment. The main objectives in constructing the ten houses of the Program were: to provide a venue for testing and assessing new environmental concepts, technologies and products to accelerate their commercialization; to encourage industry to adopt those that were successful; and to provide feedback for updating the R-2000 standard. A rigorous set of technical requirements pushed the teams to produce truly leading-edge projects. The Program brought together players from across the industry, including such sponsors as governments, , utilities, manufacturers and associations, working together with builders, consultants and researchers, in a successful collaborative effort demonstrating potential future directions for Canadian housing. In the case of Innova House, major sponsors other than NRCan included the Minto Developments Inc., Consumers Gas Ontario Hydro, Ontario Ministry of Energy, Ontario Ministry of Housing, Regional Municipality of Ottawa-Carleton and IRAP/National Research Council of Canada.

Innovative Features

Innovative features of the Innova House included the following:

- air distribution with small diameter ducts and an electronically commutated motor (ECM)
- a 2.6 kW grid-connected photovoltaic system
- an energy recovery ventilator (ERV) with "free-cooling" mode
- a 94%-efficient integrated gas heating/domestic hot water system
- airtight drywall construction
- prototype CFC-free phenolic board exterior insulation
- a natural-gas-engine heat pump for air-conditioning
- prototype sealed-combustion gas range and clothes dryer
- manifold plumbing system to conserve water

The Project

Innova House was a multi-year project which started planning and design in the winter of 1991-92. This was followed by construction and promotion phases, and the extensive performance monitoring stage which was completed in August, 1995. After the demonstration phase, the house

	Innova House Energy Consumption (kWh)		
	Target	Predicted	Monitored
Space Heating	6,384	7,665	9,827
Space Cooling	527	417	870
Domestic Water Heating	5,520	5,299	3,472
Electric Appliances	3,838	3,276	5,883
Lighting	330	400	228
Outdoor Lighting	183	220	317
PV Electrical Credit		-3,400	-2,544
Total	16,782	13,877	18,053

was sold, providing the opportunity to monitor the house after occupancy (for 7 months). Results of the monitoring data (extended to the equivalent of one year) show that the performance of the house was only 8 percent over the aggressive energy target set by the Program—one half of R-2000 energy consumption, one third of conventional housing consumption. Reasons for the house being over the energy target include lower than expected efficiencies from the heating and cooling systems and a malfunctioning energy recovery ventilator (ERV). It is estimated that with the ERV problems solved, house performance should meet the target.

Successful Promotion Yields Results

Upon its completion, several promotional activities presented the concepts and products to the local building industry and general public. Opening ceremonies, an open house period, a video, flyers, a full colour magazine, and various media coverage were among the vehicles used for information dissemination. It is estimated that some 16,000 persons toured the house. An informal survey showed high interest in the insulated windows, insulation levels, and the new R-2000 package which became available from the builder, whose participation in the Advanced Houses Program led it to become a registered R-2000 builder.

Mechanical Systems: \$10 Investment To Save \$228 Per Year

Innovative approaches to mechanical systems design resulted in significant energy savings for the Innova House. Not all of the technologies worked as predicted—for example, the innovative energy recovery ventilator (ERV), used for distributing ventilation air, experienced technical difficulties (and several design modifications have been recommended). Very successful, however, was the use of a check flow damper for the ventilation system that is directly connected to the forced-air system. This damper enables the HRV to distribute all ventilation air through the forced-air duct system without using the air-handler fan (as is common practice). The resultant annual savings are 1200 kWh in the Innova House, and in cases where conventional air-handler fans are used, the savings could be up to 3000 kWh per year. At \$0.076/kWh, the savings would be \$228 per year, while the material costs for the check flow damper were only \$10! Other findings related to the mechanical systems include the following:

- the integrated space/DHW heater provided all space and DHW requirements, although efficiency (AFUE = 86%) was not as high as anticipated;
- the small diameter duct system is well suited to ventilation and conditioning uses, although some design adjustments could optimize the system;
- although the pre-heat tank for DHW worked well in the spring and summer, its ineffectiveness in the other parts of the year, along with its size and unsightliness, make this innovation one that is not recommended in the future;
- the prototype sealed-combustion gas stove is not ready for commercialization for many reasons;
- development of the direct-vent dryer should be continued as this product shows promise;
- direct-vent gas fireplaces should be equipped with electric ignition and the central return air of the house should be arranged to distribute heat generated from such units;
- the prototype central air handler worked reasonably well, but not at expected levels, and has a

- significantly higher cost than more conventional water coils;
- good performance of the photovoltaic system (which was capable of returning extra electricity to the grid) is overwhelmed by its exorbitant construction costs.

While many of the mechanical elements did not perform at expected levels, overall performance of the house was still very close to the targets. This emphasizes the high expectations and standards that were set by the Program and the Innova House design team.

Mechanical Systems A Function Of High Performance Envelope

The high levels of thermal resistance and airtightness of the Innova house resulted in a rethinking of the mechanical systems design. Because of the minimal design heat loads required, ventilation, rather than heating, became the principal driver in mechanical systems design. Furthermore, warmer walls and windows meant that air could be delivered along interior rather than exterior walls, shortening duct lengths. The envelope components that enabled this approach, and some lessons learned about them, are as follows:

- the triple-glazed windows performed well, improving indoor comfort, indoor air quality (by reducing condensation) and energy efficiency;
- the phenolic board insulation provided high levels of insulation and enabled single-stud wall construction, but the specific product is unfortunately no longer manufactured;
- the structural air barrier (ADA) provided good airtightness (1.03 ACH₅₀), although some installation adjustments are recommended;
- the basement wall moisture control system prevented pooling on the basement floor, a common problem in other Ottawa area houses that were built after the building code amendment requiring full height basement insulation;
- cellulose insulation offers an environmental alternative to more conventional insulation products;
- VDR paint primer offers a cost effective alternative to polyethylene, but resistance from building officials is impeding its use.

Innova House: A Successful Demonstration Of A Canadian Advanced House

Innova House is considered to have been a successful project by the principal partners, having brought together a good mix of capabilities in a diverse group, each member of which learned from the others. The monitoring phase has demonstrated that all of the technical objectives have been met or are achievable.

Résumé

La maison Innova, qui se trouve à Kanata, en banlieue d'Ottawa, est un modèle de Maison performante qui sert à la démonstration. Elle a été construite dans le cadre du Programme de la maison performante de Ressources naturelles Canada, programme qui a obligé l'industrie canadienne de la construction à se tourner vers l'avenir en développant et en mettant à l'essai des méthodes novatrices de réduction de la consommation d'énergie, en fournissant un environnement intérieur meilleur, et en réduisant l'incidence des maisons sur l'écologie. Les principaux objectifs de ce programme de construction de dix maisons étaient les suivants: fournir un site pour les essais et les évaluations des modèles, techniques et produits nouveaux en vue d'accélérer leur commercialisation; encourager l'industrie à adopter les produits et solutions valables, et à fournir des données pour mettre à jour la norme R-2000. Une série d'exigences techniques rigoureuses a forcé les équipes à produire des projets à la fine pointe de la technologie. Le Programme a été l'occasion de réunir des intervenants de toute l'industrie, y compris des commanditaires comme les gouvernements, les compagnies de gaz et d'électricité, les fabricants de produits et les associations, qui ont travaillé avec les constructeurs, les experts-conseils et les chercheurs et ont réussi à démontrer vers quelles voies devaient s'orienter les maisons canadiennes. Dans le cas de la maison Innova, en dehors de Ressources naturelles Canada, les principaux commanditaires étaient Minto Developments Inc., Consumers Gaz, Ontario Hydro, le ministère de l'Énergie de l'Ontario, le ministère du Logement de l'Ontario, la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton et le Conseil national de recherches du Canada (Programme PARI).

	Consommation d'énergie de la maison Innova (KWh)		
	Objectif	Prévisions	observé
Chauffage	6 384	7 665	9 827
Climatisation	527	417	870
Eau chaude	5 520	5 299	3 472
Appareils électriques	3 838	3 276	5 883
Éclairage	330	400228	
Éclairage extérieur	183	220	317
Crédit électricité photovoltaïque		-3 400	2 544
Total	16 782	13 877	18 053

Caractéristiques innovatrices

La maison Innova comportait certaines caractéristiques innovatrices:

- un système de distribution d'air avec gaines de petit diamètre et moteur à commutation électronique
- un système photovoltaïque de 2,6 kW à connexions maillées
- un ventilateur économiseur d'énergie avec mode de refroidissement sans énergie
- un système combiné chauffage-eau chaude domestique d'une efficacité de 94 %
- des cloisons sèches étanches à l'air
- une isolation extérieure en panneaux de résine phénolique sans CFC
- un système de climatisation par pompe à chaleur avec moteur au gaz naturel

- un prototype de cuisinière et sèche-linge à gaz à combustion optimisée
- un réseau de canalisations de plomberie à collecteur pour économiser l'eau.

Le projet

La maison Innova était un projet de plusieurs années dont la planification et la conception avaient commencé durant l'hiver 1991-1992. Cette étape a été suivie de la construction et de la promotion, puis de la surveillance intensive du rendement, qui a été complétée en août 1995. Après l'étape de démonstration, la maison a été vendue, ce qui a permis de faire de la surveillance pendant 7 mois d'occupation. Les résultats des données (extrapolés en équivalent d'une année) montrent que le rendement de la maison ne dépassait que de 8 % l'ambitieux objectif énergétique du Programme, soit la moitié de la consommation d'énergie du programme R-2000, ou un tiers de la consommation d'une maison classique. Parmi les raisons de ce dépassement, il y a eu une efficacité moindre que prévu des systèmes de chauffage et de climatisation et un mauvais fonctionnement du ventilateur économiseur d'énergie. On estime que si le ventilateur fonctionnait bien, le rendement de la maison devrait correspondre à l'objectif fixé.

Succès de la promotion

Plusieurs activités promotionnelles présentaient les modèles et les produits à l'industrie locale de la construction et au grand public. Différents moyens ont été utilisés pour diffuser l'information : cérémonie d'inauguration, période de portes ouvertes, une vidéo, des prospectus, un magazine complet en couleurs, et la couverture de divers médias. Le nombre de visiteurs a été estimé à 16 000. Selon une étude informelle, ils ont manifesté un intérêt tout particulier pour les fenêtres isolées, les niveaux d'isolation et le nouvel ensemble R-2000 rendu disponible par le constructeur dont la participation au Programme de la maison performante lui a permis d'être enregistré comme constructeur R-2000.

Systemes mécaniques : un investissement de 10 \$ qui permet d'économiser 228 \$ par an

L'innovation dans la conception des systèmes mécaniques a entraîné des économies d'énergie importantes dans la maison Innova. Toutes les technologies n'ont pas donné les résultats escomptés, notamment le nouveau ventilateur économiseur d'énergie, qui sert à acheminer l'air de ventilation, et qui a éprouvé des difficultés techniques (plusieurs modifications de conception ont été recommandées). Par contre, l'utilisation d'un registre sur le système de ventilation, qui permet une connexion directe au système d'air pulsé, a été extrêmement positive. Ce registre permet au ventilateur de distribuer la totalité de l'air de ventilation par le système d'air pulsé sans utiliser le ventilateur de brassage d'air comme c'est normalement le cas. Cela s'est traduit, dans la maison Innova, par des économies annuelles de 1 200 kWh et, dans les cas où on utilise des ventilateurs classiques, les économies pourraient être de l'ordre de 3 000 kWh par an. À 0,076 \$ le kWh, les économies pourraient représenter 228 \$ par année pour un registre d'un coût de 10 \$! Parmi les autres constatations relatives au système mécanique, il faut citer:

- le système combiné chauffage des pièces/eau domestique suffisait pour tous les besoins, mais le rendement saisonnier (AFUE = 86 %) n'a pas été aussi élevé que prévu;
- le réseau de gaines de petit diamètre convient bien pour la ventilation et la climatisation, mais il pourrait être optimisé par quelques modifications de la conception;
- même si le réservoir d'eau chaude domestique fonctionnait bien au printemps et en été, il convient de ne pas recommander cette innovation, à cause de son inefficacité aux autres périodes de l'année et de son aspect inesthétique;
- le prototype de cuisinière à gaz à combustion optimisée ne peut pas être commercialisé tout de suite pour diverses raisons;
- le développement du sèche-linge à ventilation directe devrait être continué car ce produit semble prometteur;
- les foyers à gaz à ventilation directe devraient être équipés d'un allumage électrique et le système de reprise d'air de la maison devrait être prévu pour distribuer la chaleur produite

- par ces appareils;
- le prototype de ventilateur central a fonctionné assez bien, mais pas autant que prévu, et son coût est bien plus élevé que celui des serpentins à eau classiques;
 - le bon rendement du système photovoltaïque (capable d'introduire sur le réseau l'excédent d'électricité) ne compensait pas les coûts de construction exorbitants.

Bien que de nombreux éléments mécaniques n'aient pas atteint le rendement prévu, l'efficacité générale de la maison était très proche des objectifs. Cela montre à quel point les objectifs établies et les normes que l'équipe de conception avaient fixé pour la maison Innova étaient élevés.

Systèmes mécaniques: une fonction de l'enveloppe à haut rendement

À cause des niveaux élevés de résistance thermique et d'étanchéité à l'air de la maison Innova, il a fallu repenser la conception des systèmes mécaniques. À cause des charges thermiques de calcul minimales nécessaires, c'est la ventilation, et non le chauffage, qui est devenu la principale composante de la conception. De plus, à cause des murs et fenêtres plus chauds, l'air pouvait être distribué le long des murs intérieurs et non des murs extérieurs, ce qui permettait d'avoir un réseau de gaines plus court. Les composants de l'enveloppe qui ont rendu cette innovation possible étaient les suivants:

- les fenêtres à triple vitrage ont présenté un bon rendement, ce qui a permis d'améliorer le confort, la qualité de l'air (réduction de la condensation) et l'efficacité énergétique;
- les panneaux en résine phénolique ont permis une bonne isolation avec des murs à poteaux simples, mais ce produit n'est malheureusement plus fabriqué;
- le rendement du matériau structural d'étanchéité à l'air (système de murs secs hermétiques, "Airtight Drywall Approach") était bon (1,03 RA₅₀/h), mais quelques modifications sont recommandées pour l'installation;
- le système de contrôle de l'humidité des murs du sous-sol a empêché l'eau de s'accumuler sur le plancher, problème courant dans d'autres maisons de la région d'Ottawa construites après l'introduction dans le code du bâtiment de l'exigence rendant obligatoire d'isoler les murs de sous-sol sur toute leur hauteur;
- l'isolant à la cellulose est une alternative aux isolants traditionnels;
- l'apprêt à la peinture pare-vapeur constitue une alternative économique au polyéthylène, mais la résistance des agents du bâtiment empêche son utilisation.

La maison Innova: démonstration réussie d'une maison canadienne performante

La maison Innova est considérée comme un projet réussi par les principaux intervenants qui ont collaboré ensemble en mettant en oeuvre des moyens variés, ce qui a permis à chacun d'apprendre quelque chose par le contact des autres. L'étape de surveillance a été l'occasion de démontrer que tous les objectifs techniques avaient été atteints ou sont réalisables.

Table of Contents

1. Introduction	1
1.1. Summary of the Advanced House Program	1
1.2. Team	2
1.3. Innova House Project Schedule	2
2. House Description	3
3. Advanced Technology	5
3.1. Building Construction	5
3.2. Gas Technology	8
3.3. Air Handling & Ventilation	10
3.4. Electricity Conservation & Automated Controls	13
3.5. Water Conservation	16
3.6. Waste Recycling	16
4. Promotion	19
4.1. Promotion Activities	19
4.2. Promotion Assessment	20
5. Expected Performance	23
6. Monitoring Program	24
6.1. Overview	24
6.2. Monitoring Hardware	24
6.3. Co-Pilot Monitoring Software	25
6.4. Excel Processing Software	25
6.5. Indoor Environment and Air Quality Monitoring	26
7. Monitoring Results	28
7.1. One Time Test Results	29
7.2. Summary of Operation of DAS Monitoring System	31
7.3. Operating Conditions	32
7.4. PV System Monitoring Summary	34
7.5. Metered Energy & Water Consumptions	35
7.6. Comparison of Monitored Consumption Against Targets	38
7.7. Mechanical Systems Performance Summary	39
7.8. Energy Balance & Passive Solar	44
7.9. IAQ Monitoring	46
8. Technology Assessment	49
9. Conclusions & Recommendations	58

Appendices

Innova House Magazine

Innova House Flyer

Advanced House Technical Requirements

Innova House Co-Pilot Monitoring Task

Excel Monitoring Reports

Homowner Comments