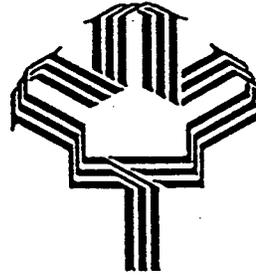




**LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN**



**ADVANCED HOUSES PROGRAM
PROGRAMME DE MAISONS PERFORMANTES**

**LA MAISON PERFORMANTE
DE L'ASSOCIATION PROVINCIALE DES
CONSTRUCTEURS D'HABITATIONS
DU QUÉBEC (APCHQ)**

PRÉPARÉ POUR:

Le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET (CTÉC)
Direction de la technologie de l'énergie, Secteur de l'énergie
Ressources naturelles Canada
Ottawa (Ontario), K1A 0E4
Accord de contribution: EA-8810-A2
29 avril 1997

PRÉPARÉ PAR :

Association provinciale des constructeurs
d'habitations du Québec (APCHQ)
5930, boul. Louis-H.-Lafontaine
Anjou (Québec) N2K 3S2
Téléphone: (514) 353-9960
Télécopieur: (514) 353-4825

TN Conseil
5227, rue Notre-Dame est
bureau 200
Montréal (Québec) H1N 3K5
Téléphone: (514) 254-3541
Télécopieur: (514) 257-7729

AUTORITÉ SCIENTIFIQUE:

Tim Mayo
Le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET (CTÉC)
Direction de la technologie de l'énergie, Secteur de l'énergie
Ressources naturelles Canada
580, rue Booth, 13^{ième} étage
Ottawa (Ontario), K1A 0E 4

le 2 mai, 1997

TITRE

La maison performante de l'association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec (APCHQ). Préparé par Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec (APCHQ), Anjou (Québec) et TN Conseil, Montréal (Québec), Accord de contribution EA-8810-A2, le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET (CTÉC), Direction de la technologie de l'énergie, Secteur de l'énergie, Ministère des ressources naturelles, Ottawa (Ontario), 1997, (140 pp.)

On peut se procurer des exemplaires de ce rapport à l'adresse suivante:

Le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET (CTÉC),
Direction de la technologie de l'énergie, Secteur de l'énergie,
Ministère des ressources naturelles,
580, rue Booth, 13^e étage
Ottawa (Ontario) K1A 0E4

ou

Gestion de la propriété intellectuelle et de l'information technique
Division des services de bibliothèque et de documentation, CANMET
Ministère des ressources naturelles,
555, rue Booth, 3^e étage
Ottawa (Ontario) K1A 0G1

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Ce rapport est diffusé à titre d'information uniquement. Il ne reflète pas nécessairement les opinions du gouvernement du Canada, ni ne constitue le cautionnement de quelque personne ou produit commercial que ce soit. Le Canada, ses ministres, dirigeants, employés ou agents n'émettent aucune garantie concernant ce rapport et se dégagent de toute responsabilité à cet égard.

NOTE

Ce projet a pu être réalisé grâce au financement du Plan Vert initié par le gouvernement du Canada.

ISBN 0-660-95617-9
Cat. # M91-7/410-1997F

ADVANCED HOUSES PROGRAM

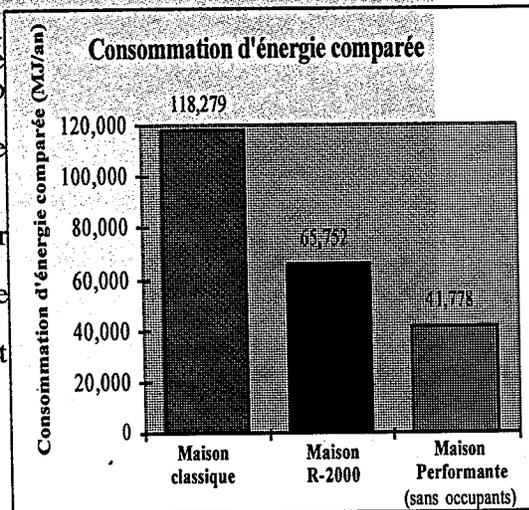


Maison performante de l'APCHQ Faits saillants du rapport final

L'Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec (APCHQ), en coopération avec plusieurs partenaires des secteurs public et privé, a lancé en 1991 le projet de maison performante dans le cadre du Programme de la maison performante de Ressources naturelles Canada. Ce projet, qui visait à faire la démonstration et l'évaluation de nouvelles technologies favorisant l'efficacité énergétique, la responsabilité environnementale et le confort des occupants, était également un essai en vraie grandeur de l'intégration des technologies à des fins d'évaluation et avait pour but de formuler des recommandations à l'intention de l'industrie de la construction domiciliaire.

Située à Laval, au Québec, cette maison de deux étages à cinq niveaux, qui comporte cinq pièces et présente une superficie de 182 m² (1 960 pi²), fait usage de beaucoup de technologies pour réaliser une performance supérieure:

- optimisation des gains passifs directs d'énergie solaire avec stockage d'énergie thermique,
- pompe à chaleur prélevant l'énergie dans le sol,
- étanchéité à l'air supérieure au moyen d'un pare-air extérieur,
- chauffage solaire actif de l'eau, avec stockage thermique en grande quantité des surplus,
- enveloppe à résistance thermique élevée avec isolant mural cellulosique,
- sélection des fenêtres en fonction de l'orientation,
- domotique,
- ventilation avec récupération de chaleur.



Les maisons performantes du Canada - à l'avant-garde en matière d'efficacité énergétique et de technologies environnementales.

Le Programme des maisons performantes est une initiative de Ressources naturelles Canada en partenariat avec l'Association canadienne des constructeurs d'habitations. Dix maisons ont été construites dans tout le Canada en vertu de ce programme; toutes ont remporté un concours national de conception. Ce programme mettait l'industrie de la construction d'habitations au défi de développer et de mettre à l'épreuve des méthodes innovatrices pour réduire des deux tiers la consommation d'énergie des maisons, pour créer un environnement intérieur plus sain et, enfin, pour réduire les incidences environnementales des maisons. Les dix maisons ainsi réalisées englobent un large éventail d'innovations et de produits nouveaux; chaque maison est l'illustration des nouveaux sommets atteints par les méthodes de construction pour satisfaire aux exigences techniques rigoureuses du programme. Le programme facilite l'évaluation des technologies, il accélère le processus de commercialisation et promeut l'adoption des technologies qu'il a éprouvées.

Leçons apprises

Étanchéité à l'air : Pour l'extérieur, on a utilisé le système pare-air EASE, dont l'élément principal est une pellicule en polyoléfine avec joints fermés par du ruban, interposée entre deux couches de matériaux de revêtement structuraux. Le système a donné de bons résultats, autorisant seulement 0,91 renouvellement d'air par heure lorsqu'il est soumis à une différence de pression de 50 pascals. En raison de la conception et de la méthode de construction employée, il a fallu apporter sur le champ beaucoup de modifications et d'ajustements au système, sans compter les nombreux détails qui ont été difficiles à installer. Même si ce système nécessite d'autres perfectionnements, les avantages des pare-air extérieurs ne sont pas passés inaperçus; de plus, d'autres systèmes arrivent sur le marché et certains sont au stade du développement. Le pare-air extérieur semble être une solution viable qui offre d'avantages et devrait aussi faire une bonne pénétration du marché durant les prochaines années.



Isolant cellulosique : En plus d'assurer une bonne résistance thermique, l'isolant cellulosique placé dans les murs procure une meilleure étanchéité à l'air, son application en vrac ayant pour effet de remplir complètement toutes les cavités. L'utilisation de matières recyclées contribue à réduire le coût de cet isolant et l'emploi de techniques d'application simples a fait baisser son coût d'installation. Les murs ont une résistance thermique RSI 6,2 (R35), les plafonds, RSI 11,5 (R65).

Sélection des fenêtres en fonction de l'orientation : Avec la maison performante, on a cherché à réaliser le maximum de gains d'énergie solaire passive. Par conséquent, la majorité des fenêtres ont une orientation sud et seul un nombre limité de fenêtres sont placées du côté nord du bâtiment. Les types de fenêtres sont comme suit : sud, sud-ouest, sud-est : vitrage double à faible émissivité, avec espace rempli d'argon; nord, nord-est : vitrage double en verre « Heat Mirror 88 », avec espace rempli d'argon. Le chauffage solaire passif assure 28 p. 100 des besoins de chauffage du bâtiment (les gains internes comptent pour un autre 35 p. 100) et le système de chauffage fournit 37 p. 100 des besoins).

Éclairage et appareils électriques : La maison performante fonctionne entièrement à l'électricité. Bien qu'on ait retenu des appareils d'éclairage et des électroménagers à faible consommation, à cause de la haute efficacité des systèmes mécaniques de la maison, l'éclairage et les électroménagers ont consommé plus de 50 p. 100 de l'énergie utilisée dans la maison. Ce résultat a permis de déduire que l'éclairage et les électroménagers jouent un rôle appréciable en conception de maisons à faible consommation d'énergie.

Chauffage par pompe à chaleur : La pompe à chaleur prélève la chaleur de deux sources : 1) une boucle souterraine et 2) deux réservoirs d'eau de pluie de 5 m³ (en dessous du plancher du garage) servant au stockage thermique. Le stockage thermique fournit environ 85 p. 100 de la chaleur requise, ce qui élimine pratiquement le recours à une boucle souterraine. Le coefficient de performance de la pompe à chaleur est d'environ 2,5 en utilisation du stockage thermique, contre 2,1 pour l'utilisation de la source souterraine. Le rapport final renferme les détails et les schémas de principe du système de pompe à chaleur.

Refroidissement gratuit : La boucle souterraine assure également un refroidissement gratuit. Environ 91 p. 100 des besoins en climatisation peuvent être pris en charge par une circulation de l'air dans la boucle souterraine, sans qu'il soit nécessaire de faire fonctionner le compresseur. On prévoit qu'avec une utilisation judicieuse des stores, tous les besoins en climatisation pourraient être comblés par cette source de refroidissement.

Environnement intérieur sain : S'étant donné pour objectif de réaliser une bonne qualité de l'air à l'intérieur de la maison, l'équipe de conception a choisi des matériaux à faible degré d'émission et a installé un système de ventilation avec échangeur de chaleur. Les essais sur place ont démontré que la qualité de l'air à l'intérieur était de beaucoup supérieure aux niveaux fixés par les normes recommandées (p. ex., pour la concentration de CO₂, la valeur mesurée était de 625 ppm alors que le maximum recommandé est de 3500 ppm; pour la quantité totale de composés organiques volatils, la valeur était de 0,04 mg/m³, le maximum recommandé étant de 0,3).

Leçons apprises de l'occupation

Les propriétaires de la maison performante trouvent leur résidence très confortable et ils sont heureux de leur très basse facture d'énergie. En fait, à cause de la grande efficacité énergétique de la maison, une certaine partie de cette dernière est mal utilisée. Le grand espace serre de la maison performante est employé pour capter l'énergie solaire, fonction dont il s'acquitte très efficacement, mais cet espace peut devenir très chaud en été et très froid en hiver. Cet espace n'est donc pas habitable à l'année longue. Or, comme leur facture d'électricité est peu élevée, les propriétaires ont choisi de chauffer cet espace afin de l'occuper, ce qui a du coup contribué à faire augmenter leur consommation d'électricité. De plus, avec le système de refroidissement efficace, ils y maintiennent une température de 20 °C durant l'été (la température de consigne est plus basse que celle utilisée pour la modélisation et durant la phase de démonstration). Par conséquent, lorsque la maison est occupée, sa consommation énergétique est supérieure d'environ 50 p. 100 aux prévisions. Il n'en demeure pas moins que la maison performante, en comparaison avec les maisons conventionnelles, consomme peu d'électricité et procure un environnement à la fois sain et confortable.

Pour obtenir plus de détails, des données de mesures, des graphiques, des schémas...

commandez la Maison performante de l'APCHQ - Rapport final. Ce rapport contient des descriptions détaillées de la maison, de ses systèmes, les résultats de mesures prises sur plus d'un an, une évaluation, des tableaux, des tables, des graphiques, etc. On peut également obtenir les rapports finaux d'autres projets de maisons performantes mis sur pied dans le cadre du programme de RNCan.

Faites-moi parvenir__ copie(s) du document

Maison performante de l'APCHQ - Rapport final, (10 \$ CAN l'unité)

J'inclus un chèque de __ \$ (à l'ordre du Receveur général du Canada)

Visa/Mastercard

NO de la carte : _____ Date d'expiration : _____

Nom sur la carte : _____ Signature : _____

Nom : _____ Entreprise/Adresse : _____

Ville/Prov./Code : _____ Tél./Télec. : _____

Poster à : Publications sur la maison performante
Ressources naturelles Canada, 580, rue Booth, 13^e étage
Ottawa, Canada,
K1A 0E4, téléc. : (613) 996-9909

ADVANCED HOUSES PROGRAM

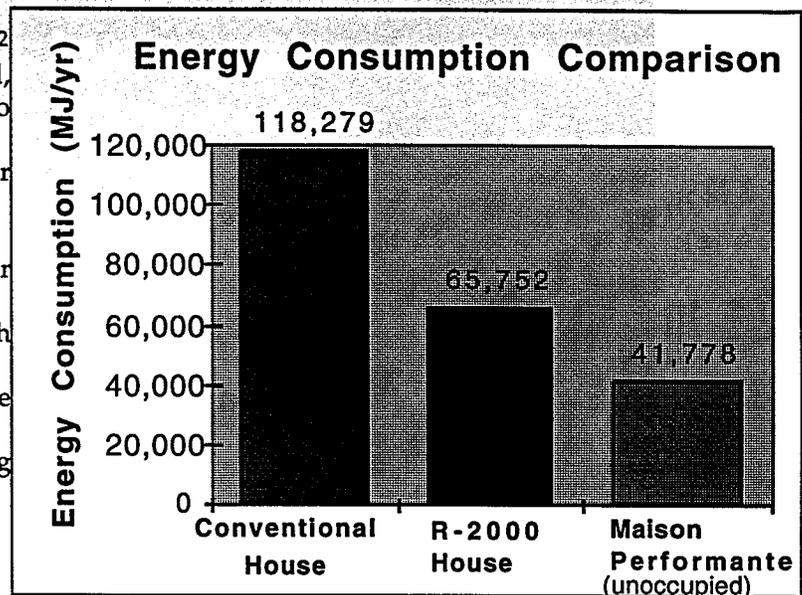


Maison Performante de l'APCHQ (Quebec Home Builders' Association Advanced House) Final Report Highlights

The APCHQ (Association Provençiale de Constructeurs d'Habitation du Québec, Quebec Home Builders' Association), in partnership with several public and private sector contributors, launched the Maison Performante project in 1991 as part of Natural Resources Canada's Advanced House Program. Seeking to demonstrate and evaluate new technologies for energy efficiency, environmental responsibility and occupant comfort, the project was intended to be not just a product in itself, but a testing field for integrating technologies for evaluation so that recommendations could later be made to the housing industry.

This 5-level-split, two-storey, 182 m² (1,960 sq. ft.) home located in Laval, Quebec, made use of many technologies to achieve its superior performance:

- optimization of direct passive solar gains with thermal storage,
- a ground source heat pump,
- superior airtightness using an exterior air barrier,
- active solar water heating with thermal mass storage for surplus,
- high-thermal-resistance envelope using cellulose wall insulation,
- window technologies selected according to orientation,
- home automation,
- heat-recovery ventilation.



Lessons Learned

EASE Airtightness: The exterior air barrier system used was the EASE system. Its principal component is a polyolefin wrap, taped at the seams, and sandwiched between two layers of structural sheathing. The system performed very well, achieving an airtightness of 0.91 air changes per hour at 50 Pascals. The design and construction process resulted in many alterations and adjustments to the system on the fly, and many details proved to be difficult to install. While this particular system requires more development, the benefits of exterior air barriers have not gone unnoticed, and other systems are emerging in the market place, with still more in development. The exterior air barrier is seen as a viable airtightness solution with many advantages, and should see good market penetration in the coming years.

Canada's Advanced Houses - Leading in Energy Efficiency and Environmental Technologies

The Advanced Houses Program is an initiative of Natural Resources Canada, in partnership with the Canadian Home Builders' Association, under which ten prototype homes—all winners of a national design competition—were constructed across Canada. The Program challenged Canada's home building industry to develop and test innovative methods of reducing the energy consumption of a house by two thirds, creating a healthier indoor climate, and reducing the environmental impact of houses. Together, the ten houses provide an impressive array of new ideas and products, with each home pushing the limits of building technology to meet the rigorous technical requirements of the Program. The Program facilitates technology assessment, accelerates commercialization, and is encouraging the adoption of its successful technologies.



Cellulose Insulation: The cellulose insulation used in the walls and ceiling provides not only good thermal resistance, but improved airtightness, as its loose-fill application fills all cavities completely. Its use of recycled materials help reduce its cost, and simple application techniques help limit installation labour. Thermal resistance of the walls is RSI 6.2 (R35); the ceiling is RSI 11.5 (R65).

Window Selection by Orientation: The Maison Performante sought to maximize use of passive solar gains. Accordingly, the majority of windows face south, with a minimum of windows facing north. Window selection was as follows: south, south-west, south-east - double-glazed, low-e, argon-filled; north, north-east - double glazed with "Heat Mirror 88", argon-filled; solarium - normal double glazed. Passive solar heating provides 28 percent of the heating requirements for the house (internal gains provide another 35 percent; the heating system contributes 37 percent).

Lights and Appliances: The Maison Performante is 100 percent electric. Although low energy consumption lighting and appliances were selected, with the high efficiency of the mechanical systems of the house, lights and appliances consumed over 50 percent of the energy utilized in the house—lights and appliances are therefore not an insignificant consideration in low-energy housing.

Heat Pump Heating: The heat pump has two sources from which it extracts heat: 1) a ground loop; and 2) two 5 m³ rain water cisterns (under the garage floor) used for thermal storage. The thermal storage in the cisterns provides some 85 percent of the heat required, almost eliminating the need for the ground loop. The coefficient of performance of the heat pump when using the thermal storage is about 2.5, versus 2.1 when using the ground loop. Details and schematics for the system can be found in the final report.

Free Cooling: The ground loop also provides free cooling. Some 91 percent of the air conditioning requirements can be satisfied by circulation through the ground loop without using the compressor for further cooling. It is anticipated that with proper use of blinds, free cooling could provide for all of the air-conditioning requirements.

Healthy Indoor Environment: Seeking to ensure good indoor air quality, the design team chose low emission materials and incorporated heat-recovery ventilation. The house testing showed indoor air quality far superior to recommended standards (e.g. CO₂, ppm: recommended maximum = 3500, monitored in house = 625; total volatile organic compounds, mg/m³: recommended maximum = 0.3, monitored in house = 0.04).

Design Lesson Learned from Occupancy

The home owners of the Maison Performante find their home to be very comfortable and enjoy their very low energy bills. In fact, their energy bills are so low that they actually misuse part of their house! The Maison Performante's large sunspace is used to capture solar energy—and it works well in this capacity—but it can also be quite hot in summer and quite cool in winter. It is hence not meant to be used as a living space year-round. With the low energy bills, however, the home owners choose to heat and use this space, increasing their energy consumption. Furthermore, with the efficient cooling system, they cool the house to 20°C all summer (lower than the setpoint that was used for modelling and in the demonstration phase). Accordingly, occupied energy consumption is some 50 percent higher than was anticipated! Still, comparatively speaking, the house has low energy bills, and it provides a very comfortable, healthy living environment.

For More Details, Monitored Data, Charts, Diagrams and More...

Order the APCHQ Maison Performante - Final Report. It contained detailed descriptions of the house and its systems, monitoring results from over a year of monitoring and assessment, tables, charts graphs and much more. Final reports on other Advanced Houses of NRCan's program are also available.

Send me _____ copy(ies) of

APCHQ Maison Performante - Final Report (available in french only) @ \$10 ea.

I have enclosed a cheque for \$ _____ (payable to the "Receiver General of Canada")

Visa/Mastercard

Card number: _____

Expiry Date: _____

Name on Card: _____

Signature: _____

Name: _____

Company/Address: _____

City/Prov./Code: _____

Tel/Fax: _____

Mail to: Advanced House Publications,

Natural Resources Canada, 580 Booth Street, 13th floor, Ottawa, Canada K1A 0E4, fax: (613) 996-9416

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
	1.1 Historique du projet	1
	1.2 Le projet	1
	1.3 La maison	2
	1.4 L'équipe de projet	9
	1.5 L'échéancier	10
2.	PRÉSENTATION DE LA MAISON	11
	2.1 Caractéristiques de l'enveloppe	11
	2.2 La finition et les meubles	14
	2.3 Appareils électroménagers	15
	2.4 Plomberie	16
	2.5 Éclairage et système électrique	17
	2.6 Les systèmes mécaniques	18
	2.7 Intégration des systèmes de production d'énergie et stratégie de contrôle	22
3.	PROMOTION	30
	3.1 Ouverture de la maison	30
	3.2 Couverture médiatique	30
	3.3 Visites guidées de la maison	30
	3.4 Littérature et publicité	31
	3.5 Concours	31
	3.6 Présentations, expositions et événements spéciaux	31
4.	PRÉDICTION DE LA CONSOMMATION	33
5.	RÉSULTATS DU MONITORING	34
	5.1 Maison inoccupée	34
	5.2 Maison occupée	40
	5.3 Monitoring sur la qualité de l'air de la maison	41
6.	CONCLUSION	42
ANNEXES:		
	1- Brochures d'informations techniques et exemples de couvertures médiatiques	43
	2- Rapport final, Résultats du monitoring	44

1. INTRODUCTION

1.1 Historique du projet

La Fondation de recherche en habitation de L'APCHQ, un organisme à but non lucratif, mettait sur pied en 1991, une équipe afin de participer au concours pan-canadien de "Maisons Performantes" lancé par Ressources naturelles Canada (anciennement Énergie, Mines et Ressources Canada). Des 32 projets soumis, le projet de la Maison Performante de l'APCHQ fut choisi parmi les 10 projets gagnants. Afin de pouvoir mener à bien ce projet d'envergure, la Fondation s'est associée à des partenaires des secteurs publics et privés, qui par leurs implications tant au niveau de la recherche que du financement ont permis la réalisation de cet ambitieux projet. Ce programme invitait tous les intervenants de l'industrie à proposer des concepts de maison n'utilisant que cinquante pour cent de l'énergie nécessaire à une maison identique construite selon la norme R-2000.

Principaux partenaires du projet :

- Ressources naturelles Canada
- Ministère de l'énergie et des ressources du Québec
- Ville de Laval
- TN conseil
- Venmar Ventilation
- Luxim inc.
- CMMTQ
- Fiducie Desjardins

Le Regroupement pour valorisation de la domotique :

- Hydro-Québec
- Vidéoway Communications
- Industrie, des Sciences et Technologie Canada
- Ministère de l'industrie, du commerce et de la technologie

1.2 Le projet

Le projet de la Maison Performante de la Fondation de recherche en habitation de l'APCHQ se veut un projet de démonstration et d'évaluation de nouvelles technologies efficaces, maximisant à la fois le rendement énergétique, le respect de l'environnement et le confort de ses occupants.

Le projet regroupe des idées, des techniques et des produits qui ont été mis à l'essai et monitorés sur une période de plus d'un an. En soi, le projet ne se veut pas un produit en lui-même mais plutôt un banc d'essai permettant d'évaluer différentes séquences d'opérations ou de couplages de différentes technologies afin d'en évaluer le rendement et permettre de faire des recommandations à l'industrie de l'habitation.

Les objectifs généraux du projet étaient de :

- Contribuer à la recherche liée aux économies d'énergie ;
- Contribuer à la recherche et au développement de matériaux sains ;
- Permettre un transfert de connaissances aux décideurs de l'industrie ;
- Informer les consommateurs sur les aspects environnementaux de l'habitation.

1.3 La maison

Il s'agit d'une maison unifamiliale de type cottage de 182 m² de superficie habitable, avec un volume à chauffer de 535 m³ qui a été construite à Laval. Ses principales caractéristiques sont les suivantes:

- Optimisation pour des gains solaires passifs directs ;
- Chauffage de l'air par pompe géothermique à circuit fermé souterrain ;
- Capteurs solaires actifs à tube sous-vide et caloduc pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire. Couplage avec le stockage thermique (deux réservoirs de 5 m³ chacun) afin de transférer les surplus solaires et optimiser le rendement ;
- Système de transfert des surchauffes solaires passives au stockage (refroidissement "gratuit" par le stockage) et rafraîchisseur ("gratuit") de la maison à partir du puits ;
- Stockage permettant d'emmagasiner les surchauffes solaires et/ou les surplus des capteurs solaires actifs ;
- Étanchéité à l'air par l'extérieur de très haute qualité ;
- Isolation composée d'isolant thermique de cellulose ;
- Vitrages performants à facteur isolant différent en fonction de l'orientation ;
- Systèmes de contrôle de chauffage et d'éclairage ;
- Ventilation mécanique à récupération de chaleur.

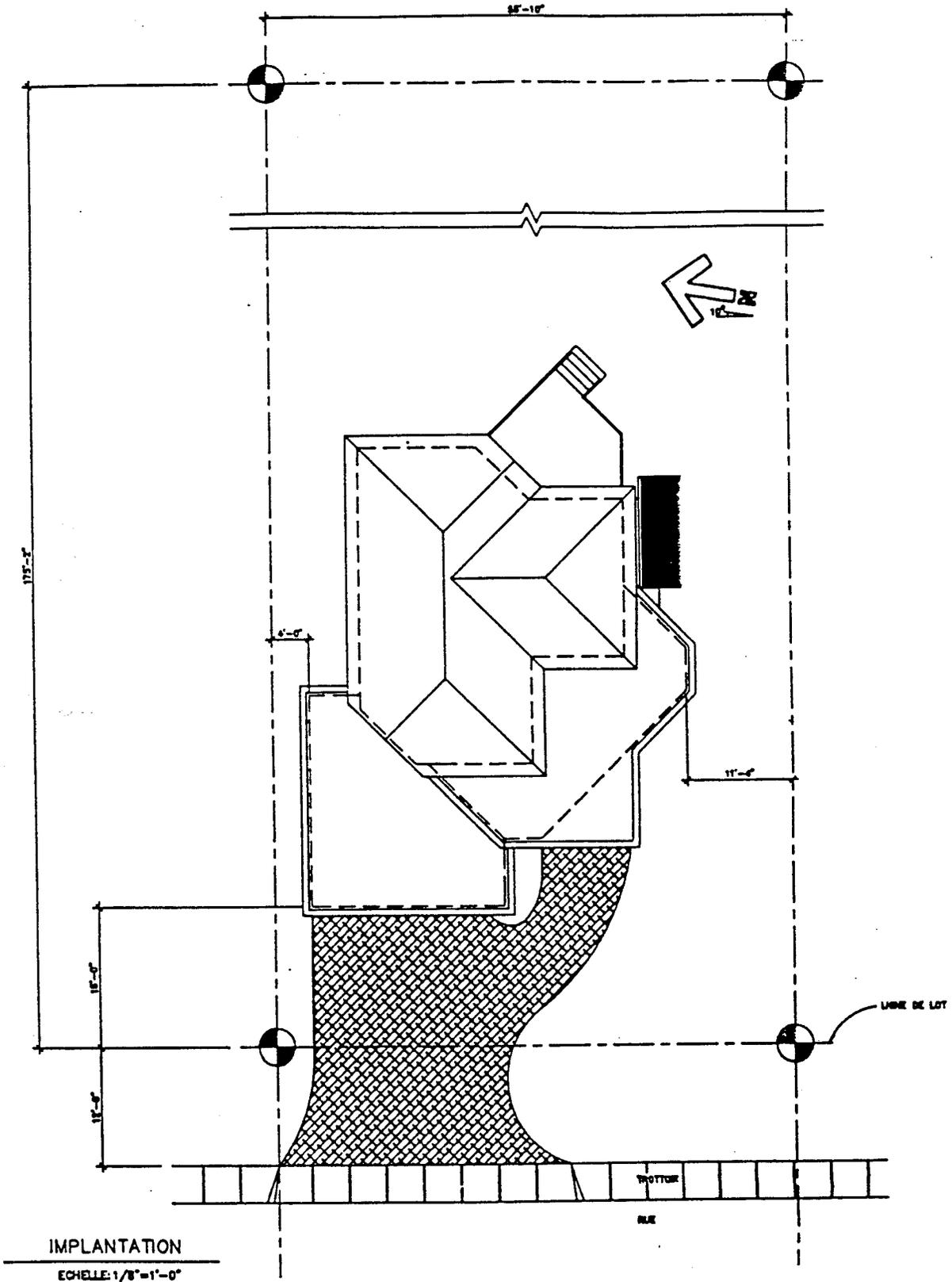
- Site

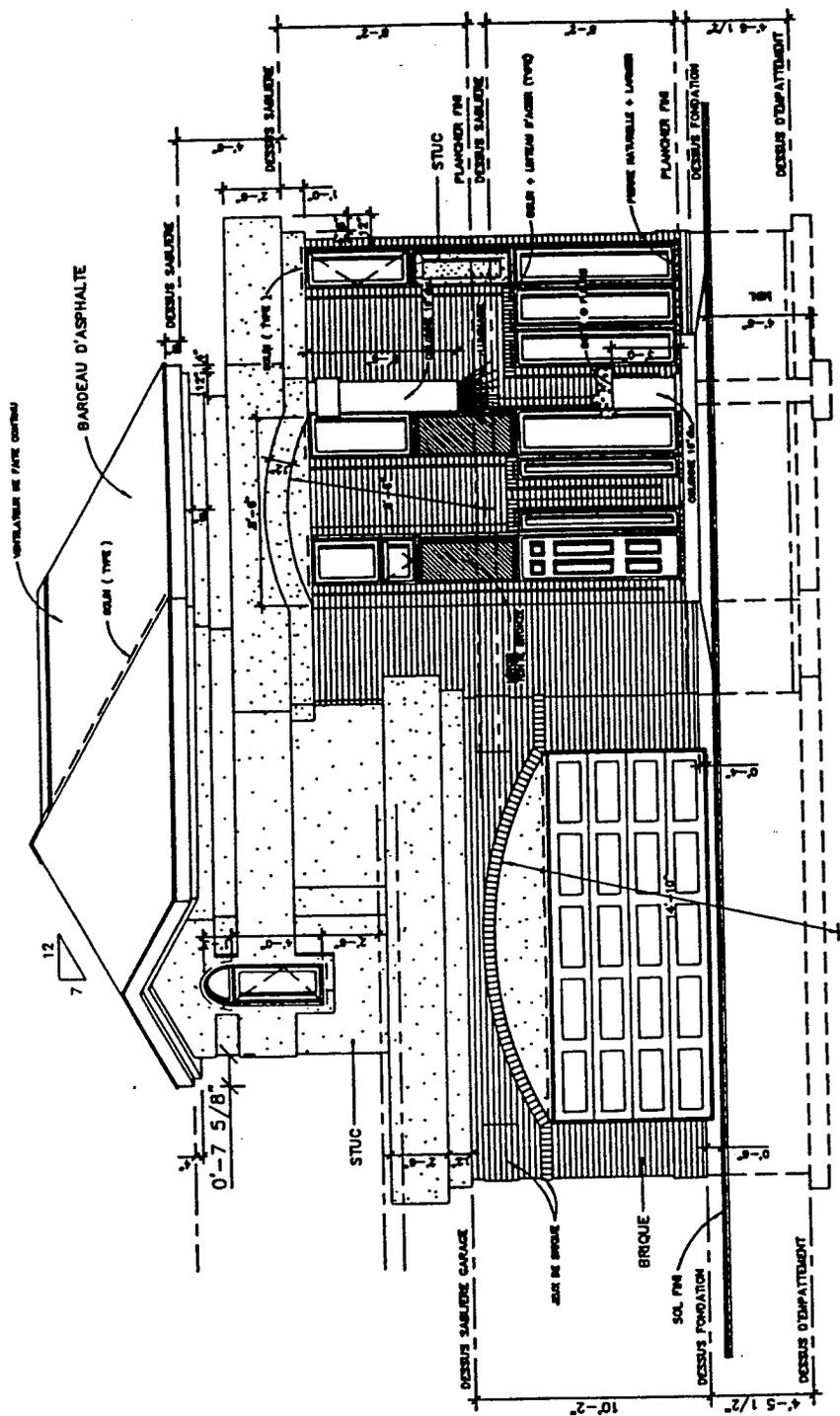
Secteur Champfleury
5823, boul. des Rossignols
Ste-Rose, Laval (Québec)

- Terrain

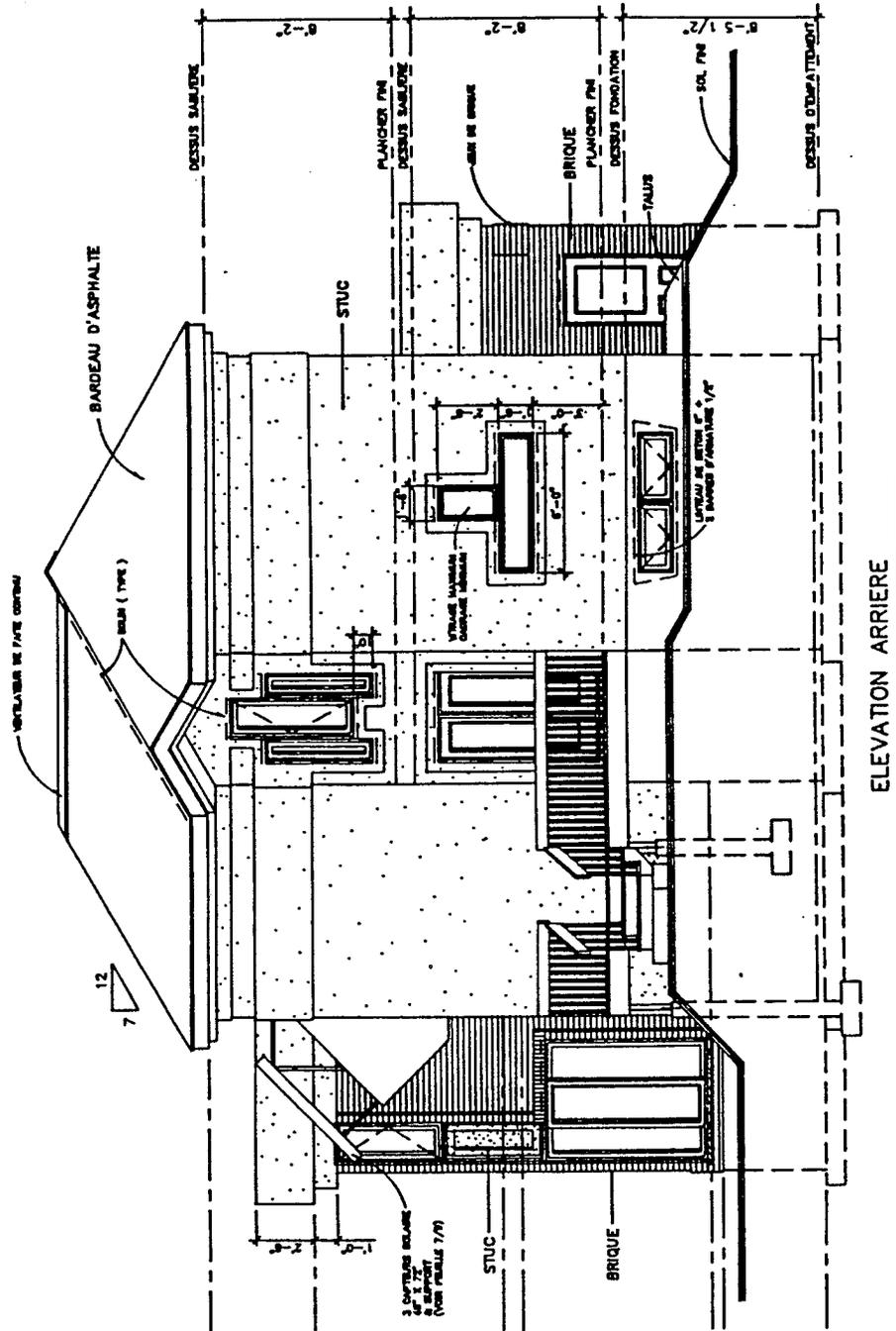
Dimensions: façade 56 pi (17 m)
profondeur 175 pi (53 m)
Orientation: façade à l'ouest

Les pages suivantes montrent les élévations et l'implantation de la maison sur le terrain.





ELEVATION AVANT
ECHELLE 1/4"=1'-0"



ELEVATION ARRIERE

1.4 L'équipe de projet

La Maison Performante de l'APCHQ a été réalisée grâce à l'effort conjoint de plusieurs partenaires des secteurs publics et privés. La collaboration des partenaires a été de tous les instants. Tout au long du projet, les différents intervenants nous ont permis de régler les nombreux problèmes de coordination. Tous furent très disponibles pour aider les divers corps de métier et pour mettre la main à la pâte.

L'équipe de base était composée du personnel de l'APCHQ, de TN conseil, de la CMMTQ, de Thermtech et de la SCHL. Voici la liste de l'équipe de réalisation :

APCHQ

- Responsable de la mise en oeuvre :
Hugh Ward, Directeur général des garanties
- Gestion et coordination du projet :
André Gagné, Directeur du Service technique
- Gestion de la communication :
Richard Saulnier, Directeur Service relations publiques, marketing
- Coordination :
Liane Bariault, Coordonnatrice publicité & promotion
Service relations publiques, marketing
- Gestion de la formation :
Laurent Ouimet, Directeur Service de la formation

TN conseil

- Monitoring et conception des systèmes mécaniques :
Benoit Bergevin
Normand Vallières
Pierre Hosatte

CMMTQ

- Aviseur technique et intégration des systèmes mécaniques :
Michel Beaulieu
François Cyr

Thermtech

- Idée originale de la Maison Performante et intégration générale des installations :
Luc Muyldermans
- Surveillance de chantier :
Normand Bigras

SCHL

- Membrane étanche technique "EASE" :
Jacques Rousseau, promotion
Pierre Michel Busque, promotion
Richard Quirouette, développement de la technique "EASE"

1.5 L'échéancier

- Automne 1992
 - Développement du concept
 - Recherche de partenaires

- Décembre 1992
 - Conception finale terminée
 - Début des travaux de construction

- Avril 1993
 - 1er test d'infiltrométrie

- Mai 1993
 - 2ième test d'infiltrométrie

- Juin 1993
 - Fin des travaux
 - Début du monitoring de la membrane EASE
 - Ouverture officielle de la maison (9 juin '93)
 - Début démonstration "trade"
 - Début démonstration au public

- Février 1994
 - Début de la période de monitoring de la maison

- Juin 1994
 - Fin démonstration "trade"
 - Fin démonstration au public
 - Tests sur la qualité de l'air de la maison

- Septembre 1994
 - Mise en vente de la maison

- Mars 1995
 - Fin du monitoring
 - Extension du monitoring

- Novembre 1994
 - Vente de la maison

- Mai 1995
 - Début occupation de la maison

- Mars 1996
 - Fin de l'extension du monitoring

2. PRÉSENTATION DE LA MAISON

2.1 Caractéristiques de l'enveloppe

ÉTANCHÉITÉ

La technique EASE a été adoptée pour rendre l'enveloppe extérieure de la maison la plus étanche possible. Il s'agit d'une technique d'étanchéité des murs par l'extérieur qui consiste en l'utilisation d'un pare-vapeur intérieur et d'un pare-air continu extérieur constitué d'une membrane de type "Tyvek" insérée entre deux cartons fibres de 12 mm (7/16") (la technique EASE utilise des matériaux existant sur le marché).

Cette technique a été développée par M. Richard Quirouette au début des années 1990 avec la collaboration de la SCHL. Cependant, l'intégration de cette technique à la maison a soulevé plusieurs interrogations de la part du sous-traitant en structure (la principale difficulté rencontrée au niveau de l'enveloppe a été la réalisation de la technique EASE). Plusieurs détails architecturaux ont été développés sur le site et par la suite, intégrés aux plans.

Cette façon de procéder nous a permis, avant de promouvoir cette technologie, de bien vérifier la faisabilité de certains détails d'assemblage. Tous les détails concernant la jonction des toits et des murs ont dû être revus car ils étaient difficilement réalisables tels que développés par le consultant. D'après nous, il reste de la recherche et du développement à faire pour améliorer cette technique. La technique EASE a cependant un avenir garanti, car, avec le dépôt du Code énergétique de 1995, elle devient une alternative très valable aux techniques développées dans le cadre du programme R-2000. D'ailleurs, certains entrepreneurs l'ont reprise avec des variantes plus facile à réaliser.

L'entrepreneur chargé de l'érection de la charpente avait mal évalué le temps de réalisation de même que les étapes d'inspections obligatoires. Ce dernier a abandonné les travaux en cours et nous avons dû engager du personnel à l'heure et non à forfait. Nous avons de plus modifié la technique développée par M. Quirouette car les matériaux de scellement spécifiés ne pouvaient être utilisés en hiver à cause du froid.

Les tests d'infiltrométrie réalisés sur la maison ont montré une étanchéité de 0.91 c.a.h. à 50 Pa (nous avons estimé une étanchéité de l'ordre de 1 c.a.h.).

COFFRAGES ISOLANTS

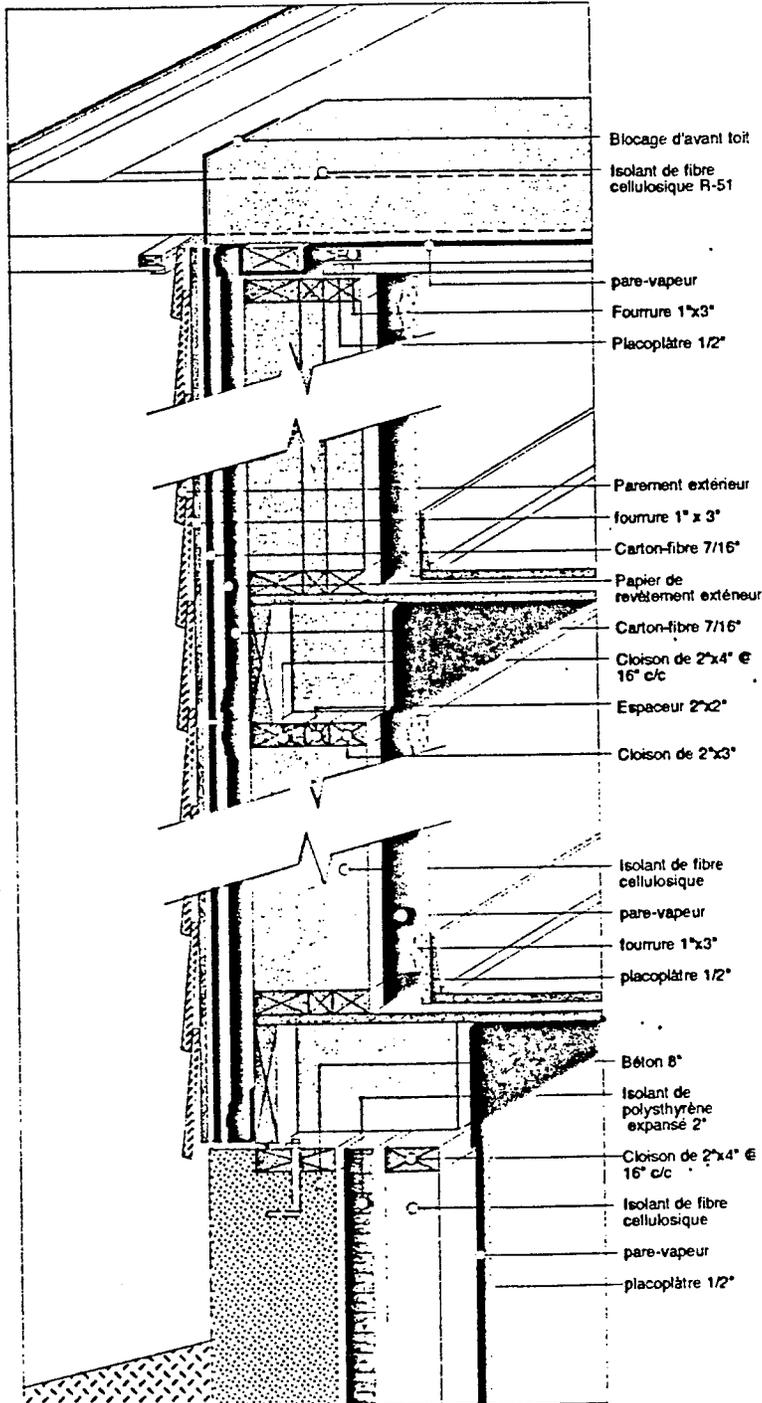
La réalisation des fondations à l'aide des coffrages isolants a très bien fonctionné. Cette technologie se prête bien aux travaux d'hiver. L'équipe chargée de ces travaux a très bien répondu aux exigences techniques.

MUR / PLAFOND / FONDATION / DALLE AU SOL

La cavité complète des éléments d'ossature principaux extérieurs (2" x 6") de même que la surface de toiture ont été isolées avec de l'isolant thermique de cellulose qui est fabriqué à partir de fibre de bois recyclé et traité contre la moisissure et les insectes. Le produit est projeté dans les murs et les plafonds plats en utilisant une toile permettant à l'air de s'échapper lors de sa projection. Comme l'isolant de cellulose est constitué de fibres à faible granulométrie et qu'il est projeté, il s'infiltre dans les plus petits interstices pour former un coussin homogène et sans joint. Injecté à une densité d'au moins 3 lbs/pi³ dans la cavité murale, le produit ne s'affaisse pas au fil des ans et étanches les murs en réduisant les fuites d'air. Mettant à profit des techniques récentes en matière de recyclage, la production d'isolant thermique de cellulose est peu coûteuse. De plus, les équipements de pulvérisation nécessaire à son application son peu complexes, réduisant d'autant les coûts de main-d'oeuvre.

Assemblage	Description	Résistance thermique (RSI)
Mur	Stuc d'agrégats Fond pour crépis Fourrures 25mm x 112mm (1" x 4") Carton fibre 12mm (7/16") Tyvek Carton-fibre 12mm 50mm x 152mm à 406mm c/c Fibre cellulose RSI=5.6 à 48 kg/m ³ (ou 3 lbs/pi ³) 50mm x 76mm à 406mm c/c Pare vapeur non scellé Gypse 13mm (1/2")	6.2
Plafond	Bardeaux asphalte (toit) Papier 7 kg (15 lbs) (toit) Contre plaqué 13mm (toit) Fermes de toit 609mm (24") c/c Fibre cellulose 406mm (16") RSI=10.6 Carton fibre 12mm Polyéthylène 6mm (spéc. pare-vap.) Carton fibre 12mm 25mm x 102mm à 610mm Gypse 13mm	11.5
Fondation	Coffrage isolant KEPS div. 50mm x 102mm à 406mm c/c Laine soufflée Polyéthylène 6mm (spéc. pare-vap.) Gypse 13mm	4.3
Dalle au sol	Sable compact et concassé 19mm (3/4") Polyéthylène 6mm (spéc. pare-vap.) Polystyrène extrudé 50mm (2") type 4 Béton 89mm avec treillis acier 152 x 152mm	1.7

TECHNIQUE E.A.S.E.



FENESTRATION ET VITRAGE

Pour répondre efficacement aux objectifs de rendement énergétique de la maison, la majeure partie de la fenestration est orientée sud, sud-est et sud-ouest afin de bénéficier au maximum des gains solaires passifs. Pour des raisons opposées, la fenestration donnant directement sur l'est et sur le nord a été réduite au minimum.

Les fenêtres orientées au nord sont construites avec des assemblages parmi les plus performants actuellement sur le marché.

ORIENTATION	DESCRIPTION DU VITRAGE
SUD / SUD-OUEST / SUD-EST	double vitrage enduit d'une pellicule à faible émissivité Low E et rempli de gaz argon (RSI = 0.55)
NORD / EST	double vitrage avec double pellicule "Heat Mirror 88" rempli de gaz argon (type superglass) (RSI = 0.70)
SOLARIUM	Vitrage double régulier (RSI = 0.36)

2.2 La finition et les meubles

BOIS DE CONSTRUCTION

L'utilisation du bois massif est privilégié à l'intérieur du volume étanche de la maison afin de diminuer le dégagement de formaldéhyde dû aux colles utilisées dans les contre-plaqués et les agglomérés.

CÉRAMIQUE

La céramique a été utilisée en quantité importante afin de réduire le dégagement de formaldéhyde et d'augmenter la masse thermique de la maison.

TAPIS

Seul un tapis de laine a été installé dans la chambre principale.

PLAQUES DE PLÂTRE

Les panneaux de gypse utilisés sont fabriqués de matériaux recyclés.

ISOLATION THERMIQUE

L'isolant des murs et des plafonds est fabriqué de cellulose recyclée. Aucun produit ne contient de fluorocarbones (CFC).

MEUBLES

Aucun contrôle n'a été effectué sur le choix des meubles car ces derniers ont été fournis par les commanditaires. De toute façon, l'ameublement de la maison n'était que temporaire, soit, pour la durée de la démonstration.

PEINTURE

La peinture utilisée dans la maison performante portait l'étiquette "Écologo" ce qui signifie qu'elle respectait les standards de Santé et bien-être Canada.

2.3 Appareils électroménagers

Les électroménagers ont été choisis en fonction de leur efficacité énergétique. Parmi les appareils électroménagers, seul le réfrigérateur utilise de fluorocarbones (CFC) tel que permis dans le document "changements recommandés".

Appareils	Fabricant	Modèle	Consommation (kWh)	Typique (kWh)
Réfrigérateur	Camco	TBX16DP	624	1000
Cuisinière	Camco	435CK	708	780
Laveuse (moins E/C)	Camco	GW940LW	120	150
Sècheuse (linge)	Camco	GDR952	864	1050

2.4 Plomberie

Toute la tuyauterie d'alimentation en eau potable est faite en cuivre de 3/4 po de diamètre afin de réduire le bruit au maximum. A cet effet, une attention particulière a été accordée aux points d'attache de la tuyauterie à la structure. La tuyauterie a été isolée aux endroits stratégiques.

Le raccordement de la tuyauterie a été fait par soudure, sauf au niveau du sous-sol dans les espaces découverts où un nouveau type d'attache mécanique démontable a été utilisé avec succès. Ce type d'attache est fabriqué d'une simple bande de serrage en acier inoxydable avec joint torique, ce qui nous a permis de sauver temps et énergie.

La tuyauterie de drainage des eaux usées est en plastique. Deux réseaux de drainage ont été installés. Un premier recueille les eaux usées de l'évier de cuisine et des cabinets d'aisance pour se drainer directement dans l'égout. L'autre réseau achemine les autres eaux usées vers le récupérateur de chaleur des eaux grises. Les eaux du récupérateur se déversent ensuite par trop plein dans l'égout.

Nous avons eu des difficultés avec les corps de métier pour réaliser la plomberie de la maison à cause des particularités du design (plomberie au niveau de la récupération des eaux grises et des réservoirs de stockage). Nous avons dû engager du personnel payé à l'heure et non à forfait ce qui a augmenté les coûts de façon non négligeable. Par contre, nous tenons à souligner la très bonne collaboration des manufacturiers qui nous ont offert des commandites intéressantes.

2.5 Éclairage et système électrique

ÉCLAIRAGE INTÉRIEUR

L'éclairage de la maison est assuré principalement par des fluorescents compacts et des lumières de type halogène. Le tableau suivant montre l'ensemble de l'éclairage de la maison.

Quantité	Type	Modèle	Puissance (W)	Efficacité (lumens/W)
54	Encastré mural fluo. compact	PLC 15	14	43
14	Surface fluorescent	T8	32	95
1	Surface fluorescent	T8	17	82
32	Surface halogène	--	20	23

L'ensemble des luminaires totalise 1 861 W pour une surface de plancher totale intérieure de 252 m², soit un rapport de 7.3 W/m². L'éclairage moyen produit par l'ensemble des appareils est de 49 lumens/W.

ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR

L'ensemble du terrain est éclairé par des luminaires à incandescence standard de 40 W chacun (11.5 lumens/W). Les luminaires extérieures sont branchés au système domotique pour une meilleure gestion de l'énergie.

SYSTÈME ÉLECTRIQUE

Cinq compteurs (d'Hydro-Québec) à trois entrées ont été installés à la Maison Performante pour compléter le système de monitoring. Un système domotique a aussi été installé pour gérer l'éclairage, la sécurité et le système de production d'énergie et de distribution d'air de la maison.

À cause des coûts élevés du système de domotique, nous avons jugé préférable de ne pas investir d'avantage de temps et d'argent au niveau d'un système électrique particulier. Le système actuel utilise du filage standard.

Le maître électricien s'est montré très ouvert tout au long des travaux, et plus particulièrement lors de l'installation de la domotique, qui s'est avérée plus longue et plus ardue que prévue.

2.6 Les systèmes mécaniques

POMPE A CHALEUR GÉOTHERMIQUE (PAC)

Une pompe à chaleur (PAC) de la compagnie ENERTRAN inc. a été installée à la maison performante. Il s'agit d'une pompe géothermique à circuit fermé souterrain qui permet de récupérer la chaleur du sol pour le chauffage de l'air de la maison. L'efficacité de ce système permet d'extraire du sol 2,5 fois plus d'énergie qu'il n'en consomme. Un système à air pulsé distribue la chaleur dans la maison.

Le modèle de PAC choisi possède les caractéristiques suivantes:

Modèle:	A266WAA (2,7 TR (tonnes de réfrigération))
Débit d'air:	600 l/s (1 250 CFM)
Débit du liquide:	40 l/s (en boucle fermée)
Chauffage:	8.5 kW (29 000 BTU/h) COP=3,1
Climatisation:	9.5 kW (32 000 BTU/h) RF =3,4 (rendement frigorifique)

Le liquide utilisé dans la boucle géothermique est un mélange méthanol-eau à 50%.

SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DE L'EAU DE PLUIE

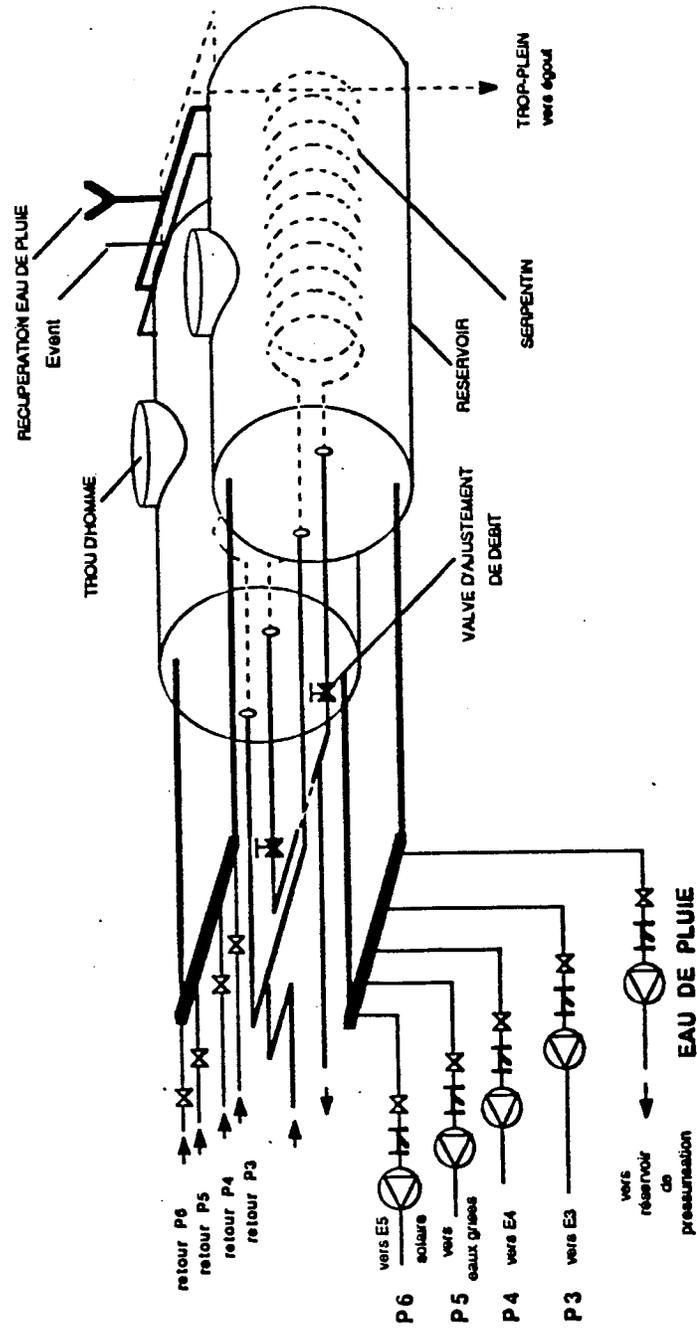
Dans le but d'économiser l'eau potable, les eaux de pluies provenant de la toiture sont récupérées via les gouttières dans deux réservoirs de 5 m³ chacun, enfouis sous la dalle de béton du garage. Cette réserve d'eau de pluie alimente l'extérieur de la maison (arrosage, lavage, etc.). Ces réservoirs offrent aussi un stockage thermique aux systèmes mécaniques de la maison.

Le système est doté des caractéristiques suivantes :

- 1- deux réservoirs de récupération enfouis sous la dalle de béton du garage ;
- 2- conduit d'amenée des eaux de pluie ;
- 3- trop-plein permettant, en cas de précipitation extraordinaire, de drainer le surplus au réseau pluvial municipal ;
- 4- pompe et réservoir sous pression ;
- 5- réseau de plomberie indépendant incluant valves, accessoires et contrôles requis.

Toutes les composantes du système sont disponibles sur le marché. La conception et l'assemblage ont été réalisés selon les critères établis et selon les exigences, codes et réglementation en matière de plomberie.

DETAIL DE PLOMBERIE AU NIVEAU DES RESERVOIRS

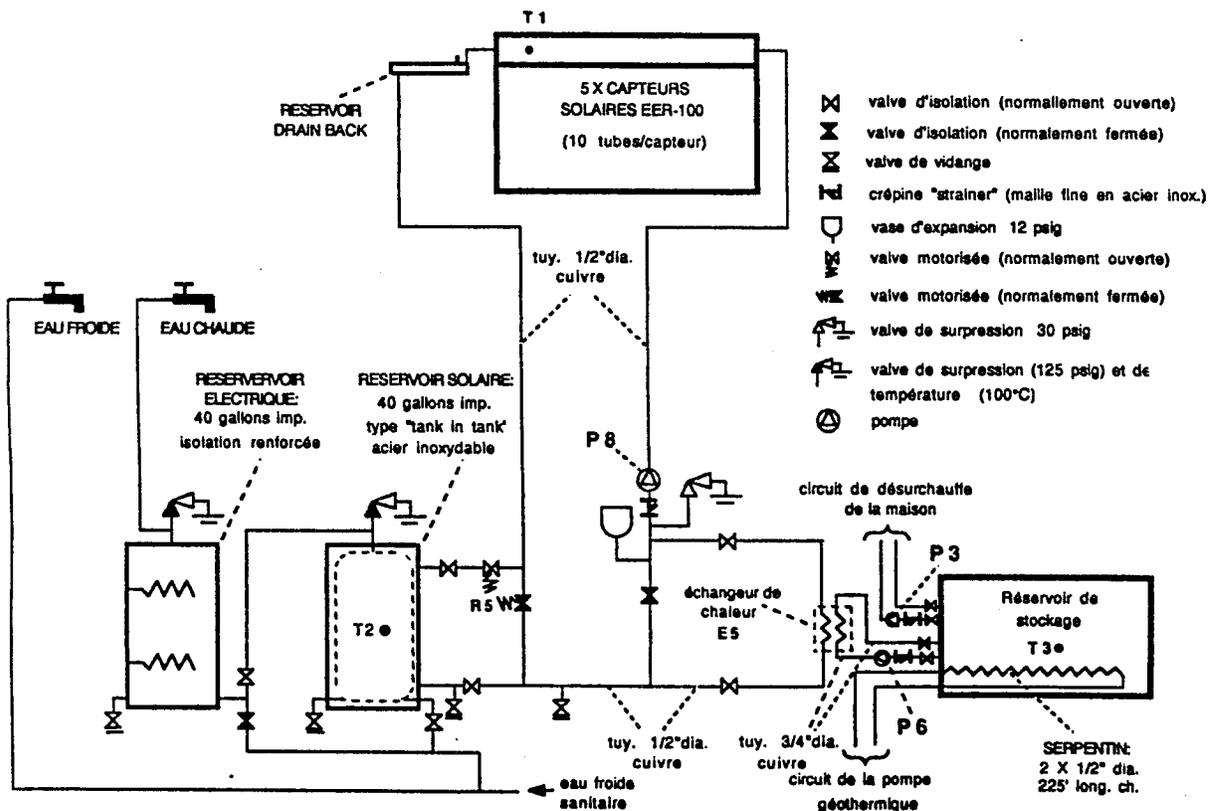


SYSTÈME SOLAIRE ACTIF POUR LE PRÉCHAUFFAGE DE L'EAU DOMESTIQUE

Cinq capteurs solaires à tube sous-vide et caloduc de Fournelle Énergie et Technologie inc. ont été intégrés à la maison pour permettre le préchauffage de l'eau domestique. Le système vient s'insérer entre le réservoir électrique conventionnel et l'entrée d'eau froide. On récupère le surplus d'énergie solaire dans les réservoirs de stockage, la priorité étant donnée à la production d'eau chaude sanitaire.

Le système solaire est composé d'un circuit indirecte fermé où circule un mélange antigel eau / propylène-glycol (non-toxique) dans une proportion de 50-50%. Le fluide est pompée avec une pompe de seulement 50 W. Cette pompe est commandée par un contrôleur à différentiel de température entre les capteurs et le réservoir solaire. La pompe est activée si la température des capteurs dépassent celle du réservoir solaire par 40 C. La pompe est désactivée si la température de capteurs ne dépasse la température du réservoir solaire que par 2 C.

Schéma du système solaire



VENTILATEUR RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR (VRC)

La ventilation de la maison est assurée mécaniquement par un ventilateur récupérateur de chaleur permettant de récupérer une partie de la chaleur de l'air vicié évacué au profit de l'air frais alimentant la maison. Le modèle choisi possède les caractéristiques suivantes:

Fabricant : VENMAR Ventilation inc.
Modèle : Flair HRV 5585 compact HGH
Efficiency, équipé d'un moteur AC

Puissance à 32 F : 90 W
Puissance à -13 F : 100 W
Efficacité à 32 F : 84%
Efficacité à -13 F : 72%

RAFRAICHISSEUR

La maison est équipée d'un "rafraîchisseur" qui permet de faire un préconditionnement de l'air à partir du circuit de ventilation. Si une demande de climatisation est requise, une pompe fait circuler l'eau des réservoirs de stockage de 5 m³ dans un échangeur situé dans le circuit de ventilation de la maison (pour plus de détail consulter la section 2.7 du rapport).

RÉCUPÉRATION DES EAUX GRISES

Après plusieurs démarchent, il n'a pas été possible de trouver des systèmes de récupération des eaux grises sur le marché. Le système a donc été développé par l'équipe de projet de la maison.

Toutes les eaux grises, sauf celles provenant de l'évier de la cuisine et des cabinets d'aisance, passe par le récupérateur, pour être ensuite déversées, par trop plein, dans l'égout. Un serpentin en cuivre dans lequel circule l'eau provenant des deux réservoirs de stockage de 5 m³ y puise l'énergie.

Toutes les composantes du système sont disponibles sur le marché. La conception et l'assemblage ont été réalisés selon les critères établis et selon les exigences, codes et réglementation en matière de plomberie.

2.7 Intégration des systèmes de production d'énergie et stratégie de contrôle

DOMOTIQUE

Pour une meilleure efficacité énergétique, la maison est dotée d'un système domotique pour gérer l'éclairage et le système de production d'énergie et de distribution d'air. Toutes les portes et fenêtres sont munies de détecteurs d'effractions qui permettent aux occupants de savoir via le système de domotique, si l'une de ces ouvertures est ouverte lorsqu'ils quittent la maison.

MODULES DE LA MAISON

Les pages suivantes illustrent le flux de chaleur entre les différents modules de la Maison Performante selon les différents modes d'opération des systèmes de production d'énergie. Nous rappelons ici les différents modules de la maison.

Maison :

Nous entendons par là l'espace habitable chauffé et climatisé de la maison, incluant la fenestration extérieure et les gains gratuits dus à l'éclairage, aux appareils électroménagers, etc. (la "maison" exclut espace-serre et garage).

Serre :

Désigne le volume tampon non-chauffé, non-climatisé et isolé de la maison, équipé de fenêtres sud-est, sud et sud-ouest.

Pompe à chaleur géothermique (PAC) :

Module central de la pompe à chaleur comprenant le compresseur, les deux échangeurs et le ventilateur permettant le chauffage ou la climatisation de pointe de la maison.

Puits :

Forage standard de la pompe géothermique dans le sol qui agit comme source froide d'énergie en mode pompe à chaleur, ou comme puits d'évacuation de chaleur en mode climatisation, que l'on exploite aussi directement en période de désurcharge (refroidissement "gratuit" par le puits). Il s'agit de deux puits de 43 et de 49 mètres de profondeur creusés à l'arrière de la maison.

Stockage thermique :

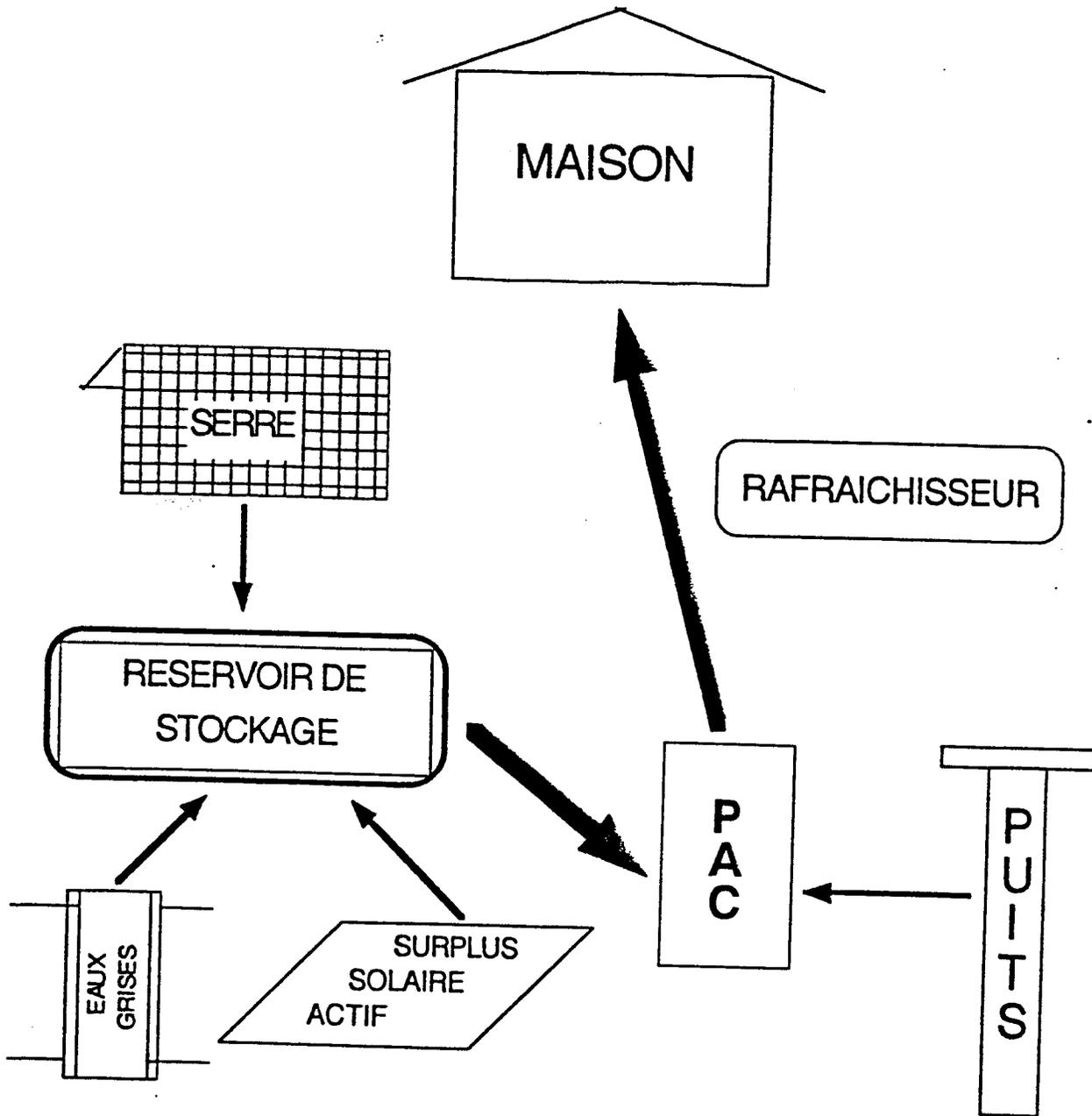
Ce sont les deux réservoirs d'eau de pluie de 5m³ chacun qui permettent:

- 1- La récupération des eaux de pluies pour la consommation d'eau extérieure.
- 2- La récupération de chaleur et le stockage thermique pour les systèmes mécaniques de la maison performante :
 - Récupération des surchauffes de la maison (refroidissement de la maison par le stockage (rafraîchisseur)) ;
 - Récupération des surchauffes de la serre ;
 - Récupération des surplus de chaleur du système solaire actif (une fois le réservoir solaire à plus de 60 C) ;
 - Récupération des eaux grises de la maison ;

- Source d'énergie basse température de la PAC en mode chauffage (mode hiver).

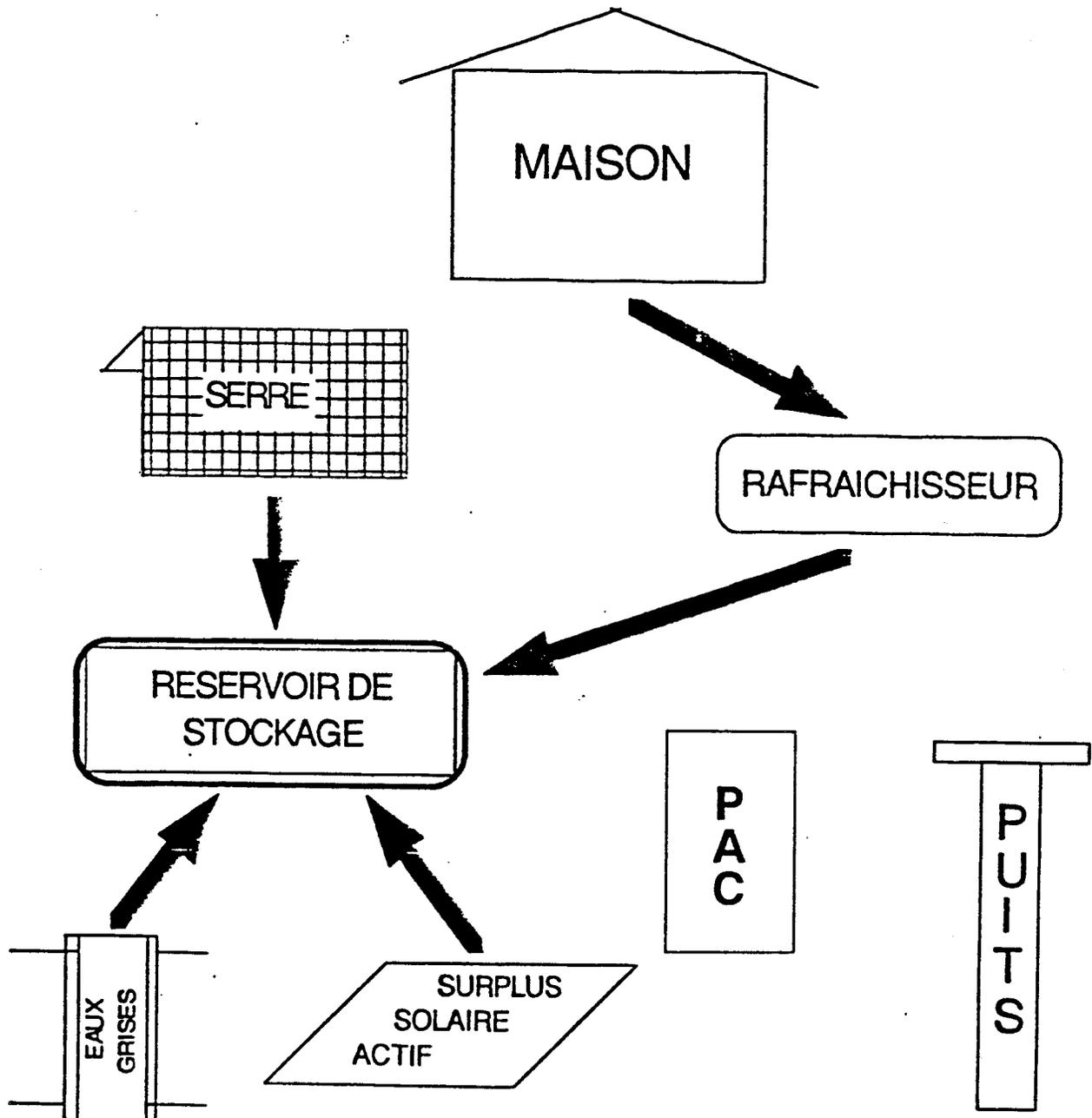
MODE A: Hiver, fonction chauffage

- Fonction prioritaire
- Fonction secondaire

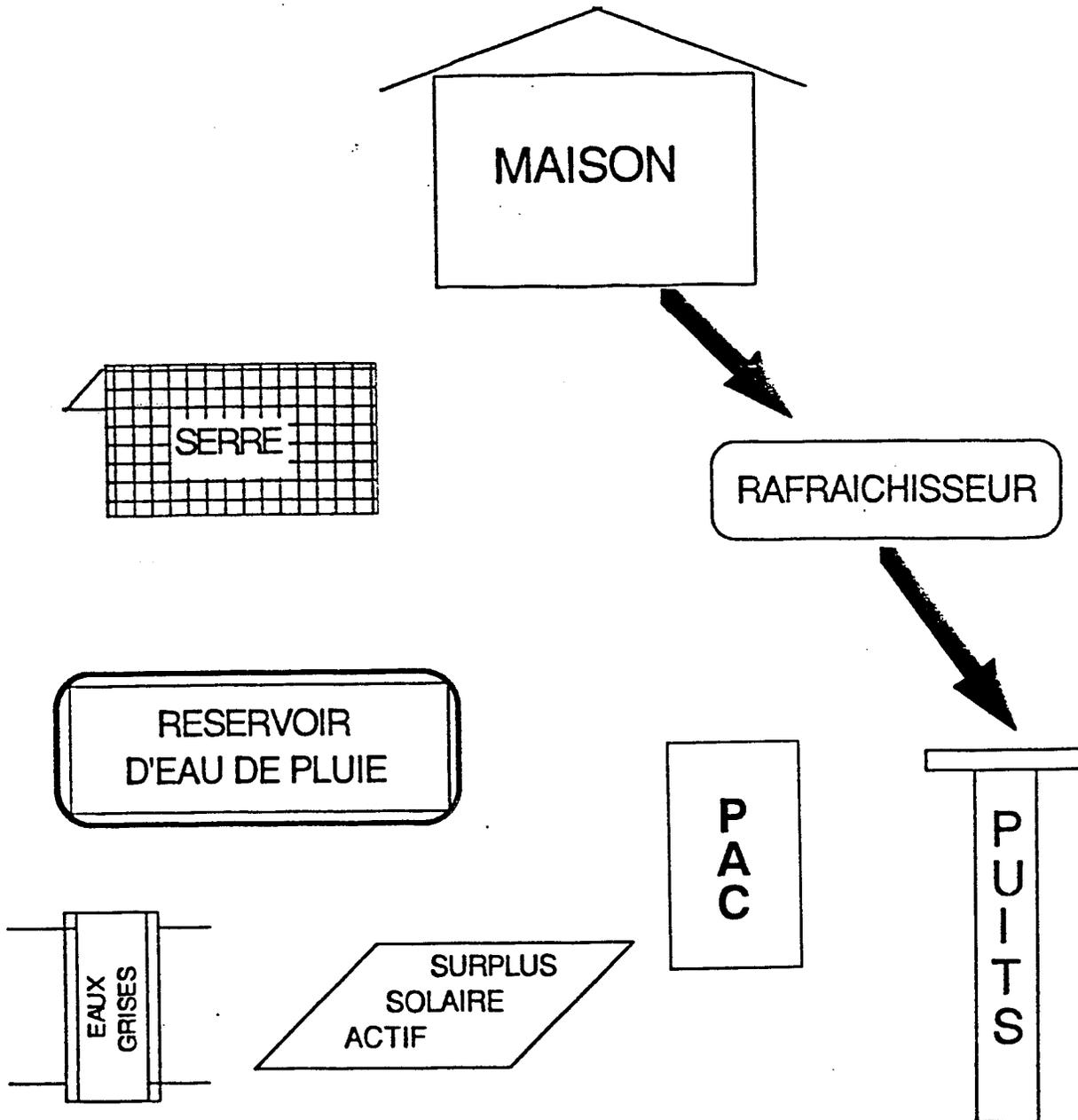


MODE B: Hiver, gestion de la surchauffe et récupération d'énergie

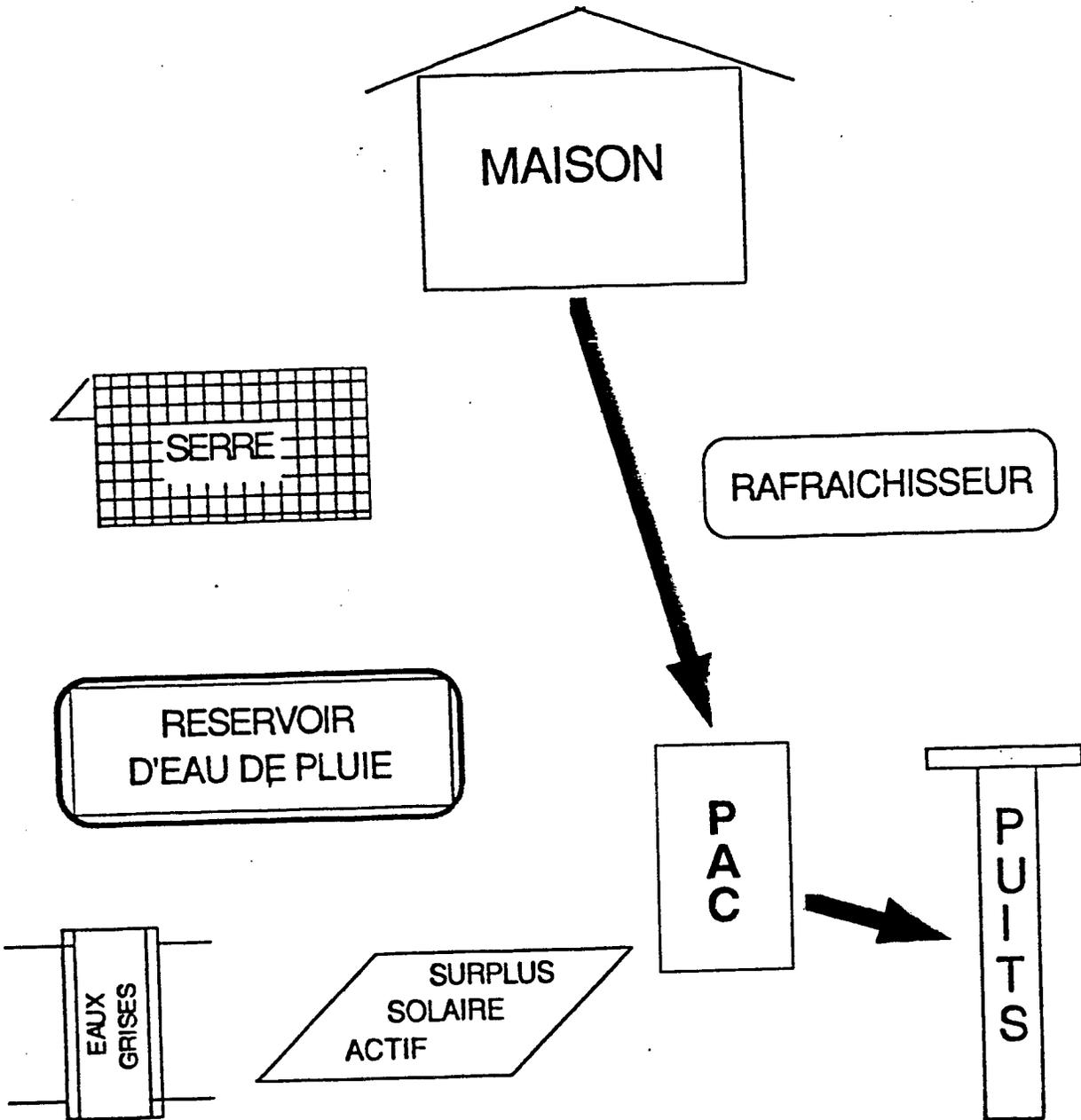
— Fonction prioritaire
— Fonction secondaire



MODE C: Été, gestion de la surchauffe (optionnel)



MODE D: Été, climatisation de pointe (optionnel)

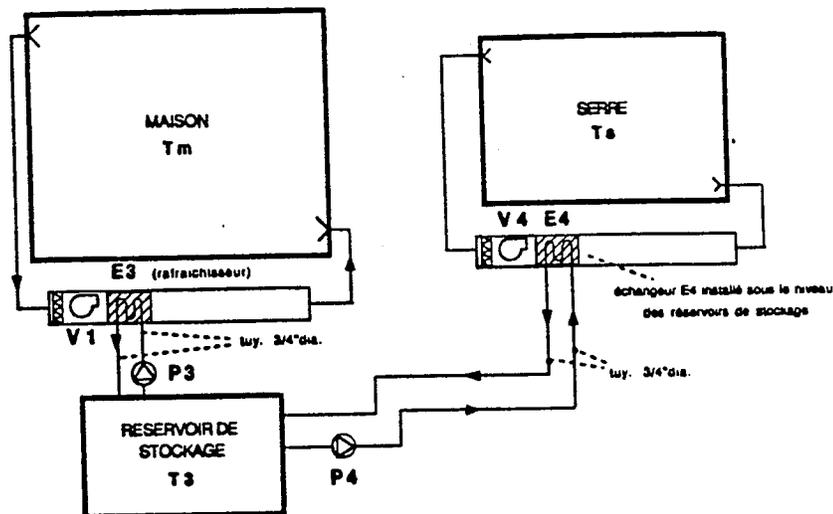


STRATÉGIE DE CONTRÔLE ET LOGIQUE DE CONCEPTION DES SYSTÈMES MÉCANIQUES

La température intérieure de la maison est mesurée et contrôlée par le système domotique au niveau de la salle à manger. Le contrôle de la pompe à chaleur et des systèmes complémentaires de climatisation est assuré par un contrôle programmable de type PLC comptant 10 points de mesures. Trois systèmes mécaniques interviennent dans la climatisation de la maison et ce, selon des niveaux spécifiques de température intérieure.

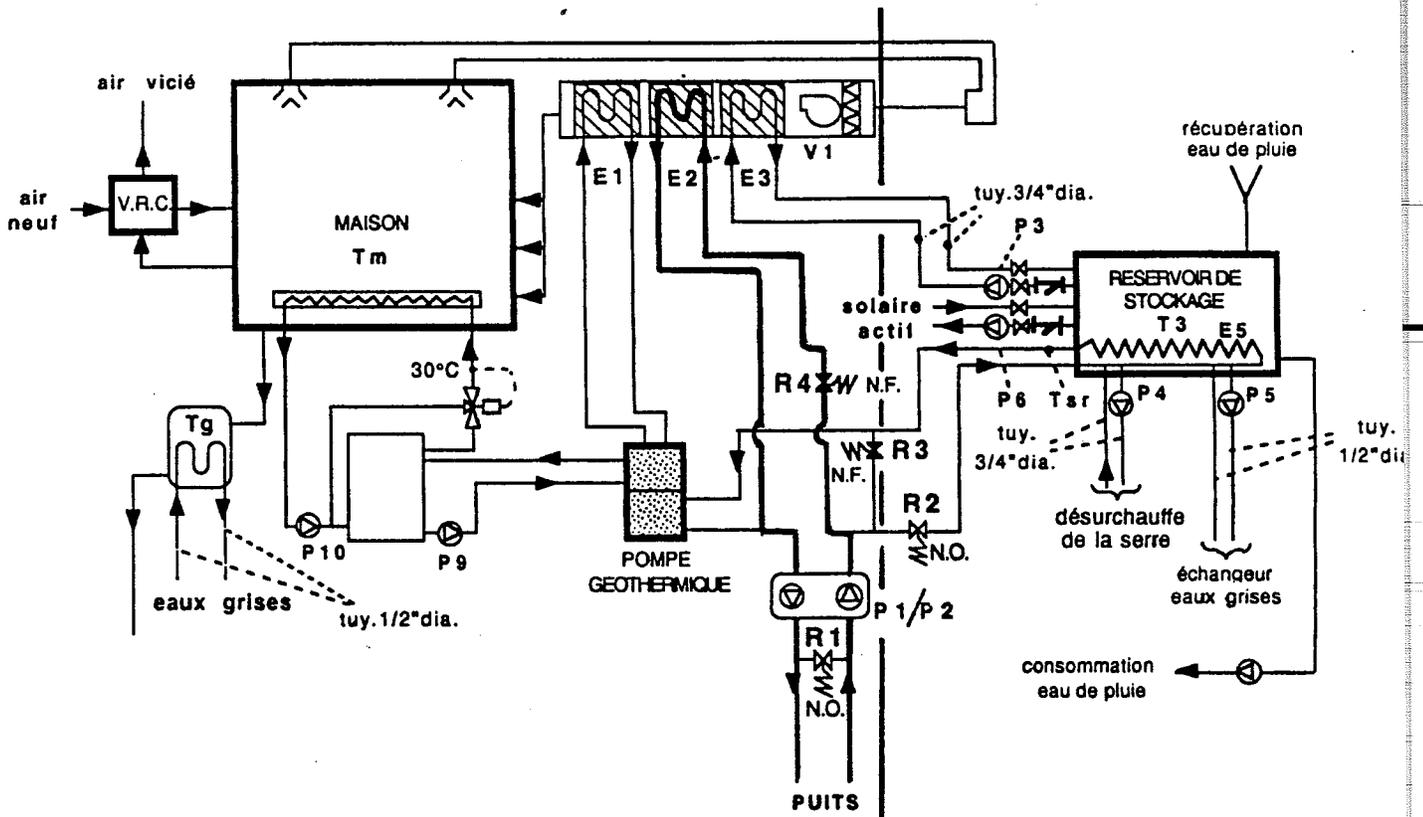
Le premier système de climatisation est activé lorsqu'une demande de rafraîchissement est commandée par le système domotique. La pompe P3 (voir schéma: Premier mode de refroidissement (Mode B: désurchauffe)) est alors activée, poussant l'eau des réservoirs de stockage (ou réservoirs de récupération de l'eau de pluie) à travers l'échangeur E3. Le ventilateur V1, qui fonctionne en continue, souffle l'air de la maison à refroidir à travers cet échangeur. La pompe P3 est désactivée dès que la demande de climatisation est satisfaite ou lorsque la température des réservoirs dépasse environ 20 C. Notez que les réservoirs de stockage sont aussi sollicités pour rafraîchir la serre. En effet, dès que la température de la serre dépasse la température du stockage de 8 C, la pompe P4 et le ventilateur V4 sont activés. Le schéma suivant présente le mode de refroidissement de premier niveau de la maison et de la serre.

Premier mode de refroidissement (Mode B: désurchauffe)



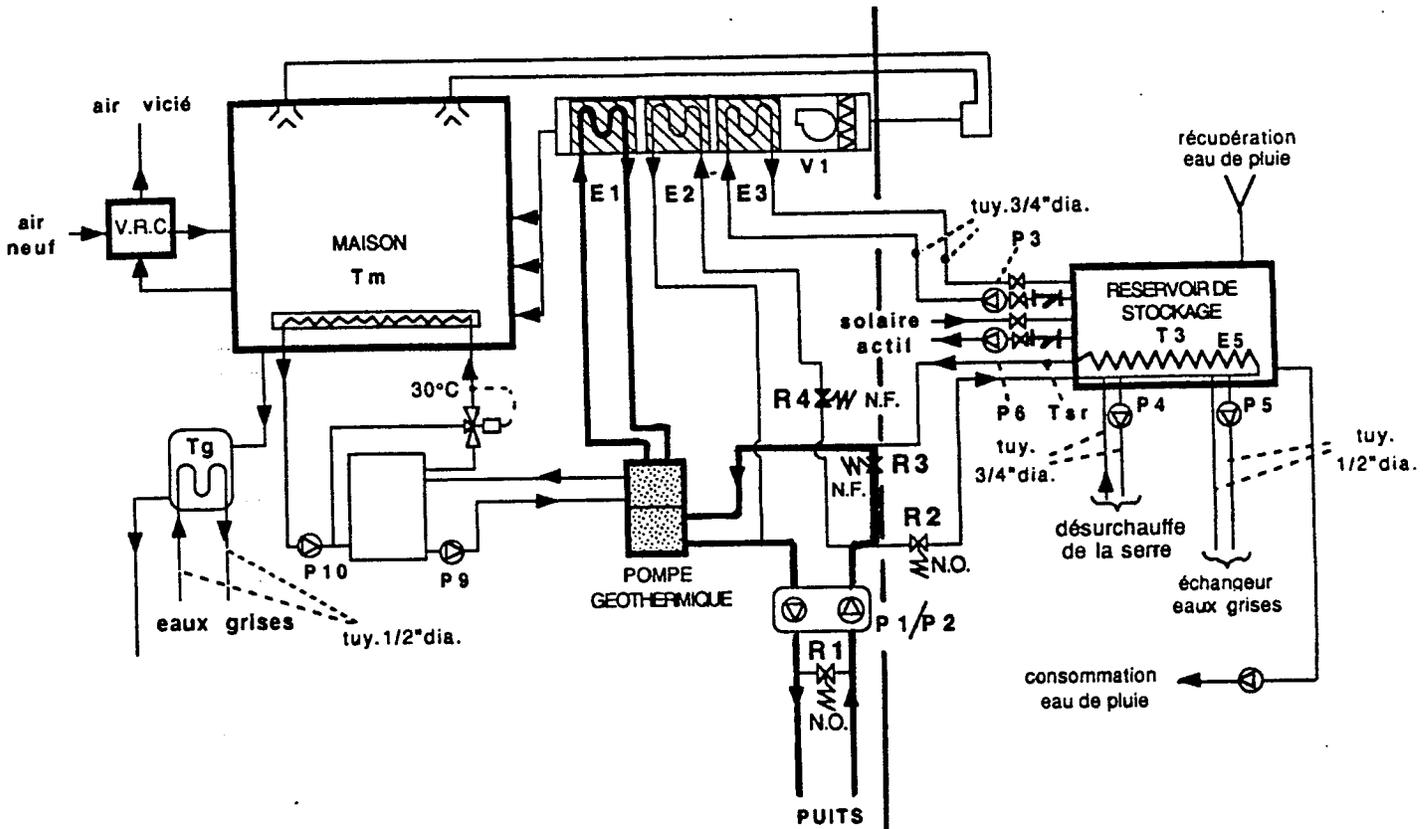
Le deuxième système de refroidissement est enclenché automatiquement lorsque la température de la maison atteint 25 C. Dans ce cas, les pompes P1 et P2 poussent le mélange eau-éthanol directement du puits vers l'échangeur E2. Non seulement cette méthode de refroidissement permet d'économiser de l'énergie, mais elle permet éventuellement de dégeler le puits tout au long de la période de surchauffe de la maison et ainsi améliorer les performances de la pompe à chaleur en mode chauffage. Le schéma suivant illustre le deuxième mode de refroidissement.

Deuxième mode de refroidissement (Mode C: refroidissement gratuit d'été)



Dans le cas où la température de la maison atteint malgré tout 27 C, le deuxième système de refroidissement est désactivé et la pompe à chaleur est mise en marche en mode climatisation de pointe. Dans ce mode, la pompe à chaleur utilise exclusivement le puits pour évacuer la chaleur.

Troisième mode de refroidissement (Mode D: refroidissement avec la PAC)



La pompe à chaleur est activée en mode chauffage par la domotique dès que la température de consigne de chauffage est atteinte. Dans ce mode, la pompe à chaleur utilise prioritairement le stockage comme source d'énergie à basse température. Si la température du stockage approche 0 C, la pompe à chaleur utilise le puits tel que présenté dans le schéma ci-haut.

3. PROMOTION

3.1 Ouverture de la maison (juin 1993)

L'ouverture de la maison a été faite en présence des médias de la presse écrite et électronique en collaboration avec tous les partenaires. Deux secteurs ont été couverts, soit ceux de l'habitation et de l'environnement.

Un cahier spécial de huit (8) pages a été publié dans "Québec Habitation"¹ mai/juin 1993 sur les innovations technologiques de la maison. Pour l'événement, le magazine a spécialement augmenté son tirage à 40 000 exemplaires. Le magazine a été distribué aux 26 000 membres RECC ainsi qu'aux partenaires diffuseurs. Le calendrier des activités a été diffusé dans le magazine.

3.2 Couverture médiatique

Une couverture médiatique a été assurée tout au long du projet via les quotidiens, les magazines spécialisés, les publications d'associations et d'organismes liés à l'habitation, à la recherche ainsi que ceux liés à l'environnement (en collaboration avec la Fondation québécoise en environnement).

3.3 Visites guidées de la maison

Pas moins de 4 000 personnes, ont visités la Maison Performante entre juin 1993 et juin 1994. De ce nombre, plusieurs visiteurs provenaient des États-Unis, du Japon, de Colombie, de France et du Mexique.

Les visites de groupes (environ 400 personnes) ont permis de susciter l'intérêt dans les milieux institutionnels et éducatifs et parmi les professionnels. Les organismes suivants ont pu profiter d'une visite guidée: l'Association Québec Solaire, le Comité de l'Association Canadienne des Architectes en Industrie, le Cégep de Drummondville, le Collège André-Laurendeau, le Cégep Vanier, le Cégep du Vieux Montréal, le Collège St-Jean-sur-le Richelieu, quatre visites organisées pour la S.H.Q. ainsi que pour le Comité en Efficacité Énergétique de l'Ordre des Architectes du Québec lors d'une réunion régulière. Dans l'ensemble, les commentaires se sont avérés positifs.

¹ Le magazine a normalement un tirage de 15 000 exemplaires et est publié 6 fois l'an. Il s'adresse aux entrepreneurs généraux, aux rénovateurs, aux entrepreneurs spécialisés et aux manufacturiers.

3.4 Littérature et publicité

Une publicité d'une demie page a été faite dans la revue "L'Ingénieur" (édition d'avril 1993) qui annonçait l'ouverture et le programme d'utilisation de la Maison Performante.

Une brochure d'information technique a été produite et distribuée sur le site du projet. Les dépliants suivants ont été produits avec la participation de nos partenaires diffuseurs.

- performance énergétique
- énergie solaire
- aspect écologique
- la domotique
- le monitoring

Des publicités annonçant le calendrier des événements selon différents champs de spécialisation (architecture, technique du bâtiment, urbanisme, gestion de la construction) ont été produites et diffusées dans les réseaux de nos partenaires diffuseurs.

3.5 Concours

Des promotions ont été organisées sous forme de concours auprès de différents publics cibles avec la participation de partenaires :

- concours d'aménagement intérieur au Collège Inter-Dec ;
- concours d'architecture du paysage à l'Institut de technologie Agricole de St-Hyacinthe ;
- concours en design d'ameublement à l'Association des designers industriels du Québec.

3.6 Présentations, expositions et événements spéciaux

L'APCHQ est le promoteur de douze (12) Expo habitat. En tant que promoteur, nous concevons et réalisons ces expositions grand public qui rejoignent plus de 350 000 consommateurs à travers le Québec. Chaque année, ces expositions se tiennent successivement de janvier à avril.

Une maquette en trois dimensions de la Maison Performante a été en exhibition à l'intérieur des kiosques de l'APCHQ. Les responsables du Service technique de l'APCHQ ont donné de l'information aux visiteurs et répondu à leurs questions. Des dépliants contenant de l'information pertinente sur les différents éléments de la maison ont aussi été distribués aux visiteurs.

De nombreuses présentations ont eu lieu tant à l'Ordre des architectes (entre autre à l'Institut Royal d'Architecture) qu'à l'Ordre des ingénieurs du Québec. Des présentations ont aussi été faites dans plusieurs Cégep de la région de Montréal.

En novembre 1992, lors du congrès provincial de l'APCHQ, la présentation d'un atelier sur le projet fut réalisée en collaboration avec Ressources naturelles Canada.

En janvier 1993, lors de la "Journée de la construction" (ouverture d'Expo-Habitat), un kiosque avec animation ainsi qu'un atelier sur la Maison Performante a été présenté à l'industrie.

Le projet de la Maison Performante a fait l'objet d'une conférence et d'un kiosque d'information en collaboration avec Ressources naturelles Canada (ainsi que les autres participants) lors du congrès du CHBA à Toronto en février 1993.

En avril 1993 lors de l'exposition Mécanexpo, un kiosque sur la Maison Performante a été réalisé en collaboration avec la CMMTQ. Des experts techniques de l'APCHQ étaient présents pour présenter le vidéo ainsi que pour donner des informations.

Toujours en avril 1993, présentation du projet (kiosque) avec conférence lors du Forum Énergie de Victoriaville.

Le projet a été présenté en juin 1993, à Vancouver, lors de la conférence internationale sur les Maisons Performantes au Canada. A cet effet, le vidéo, le diaporama ainsi que la brochure technique ont été présentés avec les commentaires d'un expert de l'APCHQ.

En octobre 1993, les consommateurs ont été invités à assister gratuitement aux cliniques Venmar à la Maison Performante de l'APCHQ lors d'une diffusion en onde en collaboration avec la station CKAC-Montréal et le journal de Montréal.

En novembre 1993, s'est tenu à Hull, le 32ième congrès provincial de l'APCHQ. La maquette de la maison et le panneau de chantier format réduit ont été présentés au public. Un expert de l'APCHQ était présent au kiosque et distribuait les brochures techniques de la maison.

4. PRÉDICTION DE LA CONSOMMATION

L'objectif ("targetted performance") que s'était fixé l'APCHQ était de construire une maison toute électrique ayant une consommation de l'ordre de 11 310 kWh/an, c'est-à-dire, 50% de la consommation de la même maison, mais construite selon la norme R-2000. La consommation de cette maison a été évalué à partir du logiciel HOT 2000.

Deux logiciels d'analyses énergétiques de bâtiments ont ensuite été utilisés pour prédire la consommation totale de la maison qui a été réellement construite, soit les logiciels HOT 2000 (version 6) et DOE2 (version D). Le logiciel HOT 2000 a prédit une consommation totale de 11 067 kWh/an ("predicted performance") tandis que le logiciel DOE2 a prédit une consommation totale de 14 700 kWh/an.

Le tableau suivant compare les prévisions et la consommation réelle de la maison pour une année complète de monitoring (du 1er février 94 au 31 janvier 95) lorsque la maison n'était pas occupée.

Prévisions et consommation réelle de la Maison Performante

Maison inoccupée	Chauffage kWh	Climatisati on kWh	Eau chaude kWh	Appareils et éclair. kWh	TOTAL kWh
HOT 2000	2 696	1 187	2 375	4 119	11 067
DOE2	3 358	2 105	1 318	7 752	14 700
Monitoring	3 718	1 577	740	5 570 ¹	11 605 ²

NOTES :

1- La consommation réelle des appareils a été de 7 935 kWh pour la période monitorée. Nous avons enlevé à cette valeur la consommation électrique du système de monitoring (deux ordinateurs et deux systèmes d'acquisition de données) qui consommait 270 W en continu, soit 2 365 kWh pour 365 jours.

2- La consommation réelle totale de la maison a été de 13 970 kWh pour la période comprise entre le 1er février 94 et le 31 janvier 95 (confirmé par les compteurs d'Hydro-Québec pour cette période).

La charge de climatisation est supérieure dans DOE2 car le mode de refroidissement gratuit n'a pas été simulé dans ce logiciel. Dans DOE2, la charge de climatisation était assurée par la PAC dès que la température dépassait 25 C. Dans la réalité 100% de la charge de climatisation a été comblée par les deux modes de refroidissement "gratuit", et plus particulièrement par le puits. Dans HOT 2000, on n'a pas tenu compte du système solaire actif pour aider à combler la charge énergétique de l'eau chaude domestique.

5. RÉSULTATS DU MONITORING

5.1 Maison inoccupée

La source énergétique de la Maison Performante est 100% électrique. La maison n'était pas occupée pour la période de monitoring comprise entre le 1er février 94 et le 31 janvier 95.

Consommation électrique de la Maison Performante

Le but du projet était de démontrer qu'il est possible de construire des bâtiments résidentiels de très faible consommation énergétique. L'objectif de consommation de la Maison Performante était de 11 309 kWh/an. Le logiciel HOT 2000 prédisait une consommation de 11 067 kWh/an tandis que DOE2 prédisait 14 700 kWh/an.

Le système de monitoring a démontré que la consommation électrique de la Maison Performante inoccupée pour une année complète a été de 13 970 kWh (1er février 94 au 31 janvier 95). Si on enlève la consommation du système de monitoring (deux ordinateurs et deux systèmes d'acquisition de données) la consommation de la maison aurait été de 11 605 kWh/an soit 103% de l'objectif initial et de 105% de la prédiction HOT 2000.

Répartition de la consommation (excluant la consommation du système de monitoring)

PAC	46% comprenant pompes et ventilateurs
Éclairage intérieur	30.5%
Pompes/ventilateur	8% incluant contrôleur Monitorl
VRC	6.4%
Chauffage eau	4.5%
Réfrigérateur	3.9%
Éclairage extérieur	0.8%

Fait à noter, l'utilisation des appareils et de l'éclairage correspond à plus de 50% de la charge totale de la maison.

Contributions des sources de chauffage de la Maison Performante

Les contributions des gains solaires, des gains internes et du système de chauffage sont environ du même ordre de grandeur, soit de 28, 35 et 37% respectivement.

Sources de chaleur de la PAC

En ne tenant compte que de son fonctionnement automatique (350 jours), la PAC a puisé 95% de son énergie dans le stockage, démontrant que le stockage suffit à combler les besoins thermiques de cette dernière. La PAC n'a puisé que 3.4% de son énergie dans le puits pendant 4 jours du mois de janvier. On peut expliquer la carence en énergie dans le stockage pour cette période par l'ensoleillement exceptionnellement faible des mois de novembre, décembre et janvier. Le fonctionnement de la PAC en mode appoint électrique ne représente que 1.4% des sources de chauffage de cette dernière.

Sources de climatisation de la maison

La PAC n'a pas fonctionné en mode de climatisation de pointe au cours de l'été (on ne tient pas compte du test de fonctionnement de la PAC dans ce mode réalisé le 26 mai 94).

Le système de refroidissement gratuit par le stockage n'a pas fonctionné de l'été à partir du 1er juillet car la température des réservoirs était supérieure à 20 C à partir de cette période. Cela s'explique par le fait que la désurchauffe de la serre et le système solaire actif étaient fonctionnels tout l'été sauf pour le mois de juin (source importante de chaleur au niveau du stockage). Par contre, ce mode de refroidissement a assuré 9% de la charge de climatisation de la maison au cours de l'année de monitoring.

Le système de refroidissement gratuit par le puits a comblé, à lui seul, près de 100% des besoins de climatisation de la maison pour pratiquement tout l'été. Pour l'année, le puits a assuré 91% de la climatisation de la maison.

La climatisation de la maison, bien que solaire passive, peut donc être réalisée en totalité à partir du puits. Ce système de refroidissement a réussi à maintenir la maison à 25 C tout l'été. Par contre, de légères surchauffes de moins de 27 C sont survenues occasionnellement au cours des journées très chaudes et très ensoleillées de l'été 94.

Contribution des systèmes de récupération au chauffage du stockage

Système solaire actif :	55.7%
Récupération serre :	30.8%
Récupération maison :	13.1%
Récupération eaux grises :	0.4%

La récupération de chaleur au niveau des eaux grises est très faible car la consommation en eau chaude est pratiquement nulle pour l'année.

Si la maison avait été occupée, la contribution du solaire actif aurait été moindre car le chauffage de l'eau domestique est prioritaire au chauffage du stockage. Par contre, la contribution des eaux grises aurait été proportionnellement plus importante au chauffage du stockage.

La température des réservoirs de stockage (10 m³) reste supérieure à 10 C du 1 janvier 94 au 1er décembre 1994. Par suite d'un ensoleillement exceptionnellement faible au cours des mois de novembre, décembre et janvier (faible contribution des systèmes de récupération et charge de chauffage plus importante par suite des plus faibles gains solaires passifs), la température du stockage descend à près de 0 C pendant 4 jours en janvier (l'eau du stockage n'a pas gelé). Le contrôle a bien réagi en utilisant le puits comme source alternative de chaleur évitant ainsi le gel du stockage.

Évaluation du confort de la maison

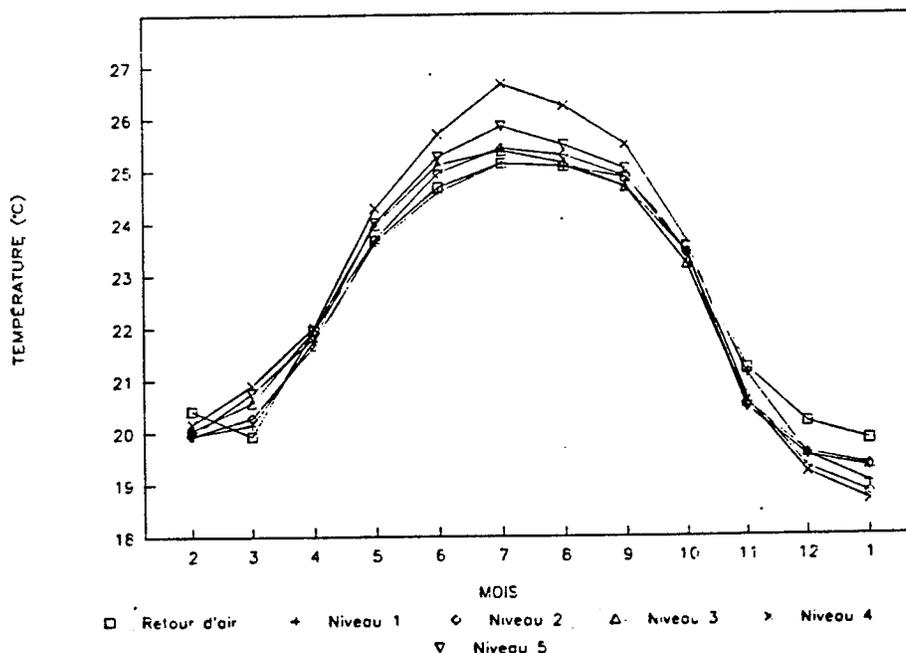
La température de la maison est exceptionnellement stable au cours de l'été. La maison est maintenue à la température de consigne du système de refroidissement par le puits (25 C). Pour des journées très chaude et fortement ensoleillées, la charge de climatisation de la maison dépasse légèrement la puissance de refroidissement par le puits. Par contre, la température n'a jamais dépassé 27 C pendant ces journées, c'est à dire, la consigne de démarrage de la PAC en mode climatisation de pointe.

L'utilisation de rideau devrait permettre de compenser le manque de puissance du système de refroidissement par le puits. Au cours de la période de monitoring (1er février 94 au 31 janvier 95) la maison était en effet dépourvue de rideaux.

La puissance du système de refroidissement par le puits est suffisante pour assurer le confort des occupants dans le cas ou ces derniers acceptent des pointes de surchauffe temporaire de moins de 27 C. Si ces derniers n'accepte pas des températures de pointe temporaire de plus de 25 C, la PAC en mode climatisation fournira l'énergie requise pour combler la charge supplémentaire.

Même s'il s'agit d'une maison solaire passive, l'écart de température entre les 5 niveaux de la maison est resté très serré tout au long de l'année. Cela s'explique par l'utilisation en continu du ventilateur du système CVAC qui, avec le VRC, ont brassé l'air de la maison, équilibrant ainsi les températures à travers de celle-ci.

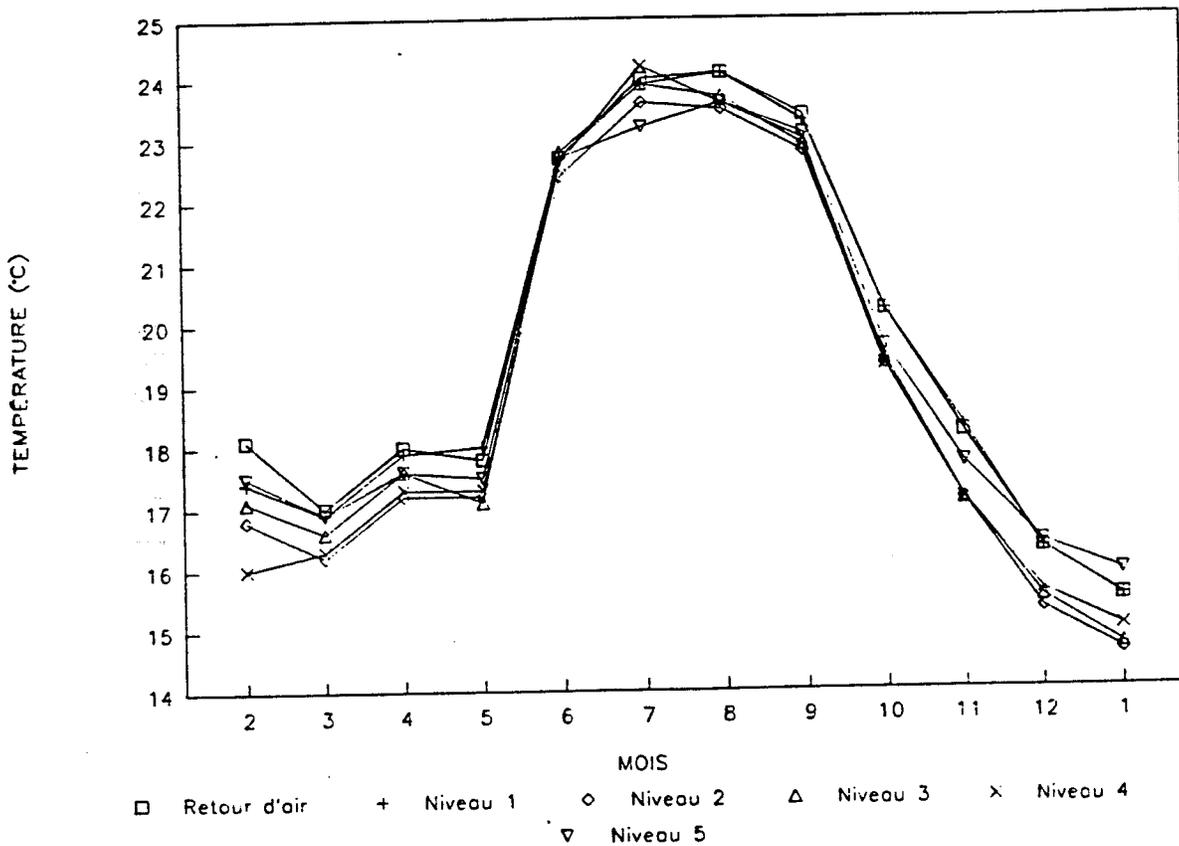
Température moyenne mensuelle par niveau



La température du niveau 4 (X sur le graphique) se détache légèrement des autres en été car cette température a été mesurée dans une petite chambre plein sud située au-dessus de la serre. Cette chambre dispose d'une grande fenêtre sud sans rideaux.

La figure suivante montre la température **minimum horaire** obtenue pour chaque mois, et ce, pour les cinq niveaux de la Maison Performante. Encore une fois on remarque que l'écart de température entre les niveaux est très serré compte tenu du fait qu'il s'agit de températures horaires. Le point X obtenu pour le mois de février est dû à une erreur de lecture du système de monitoring.

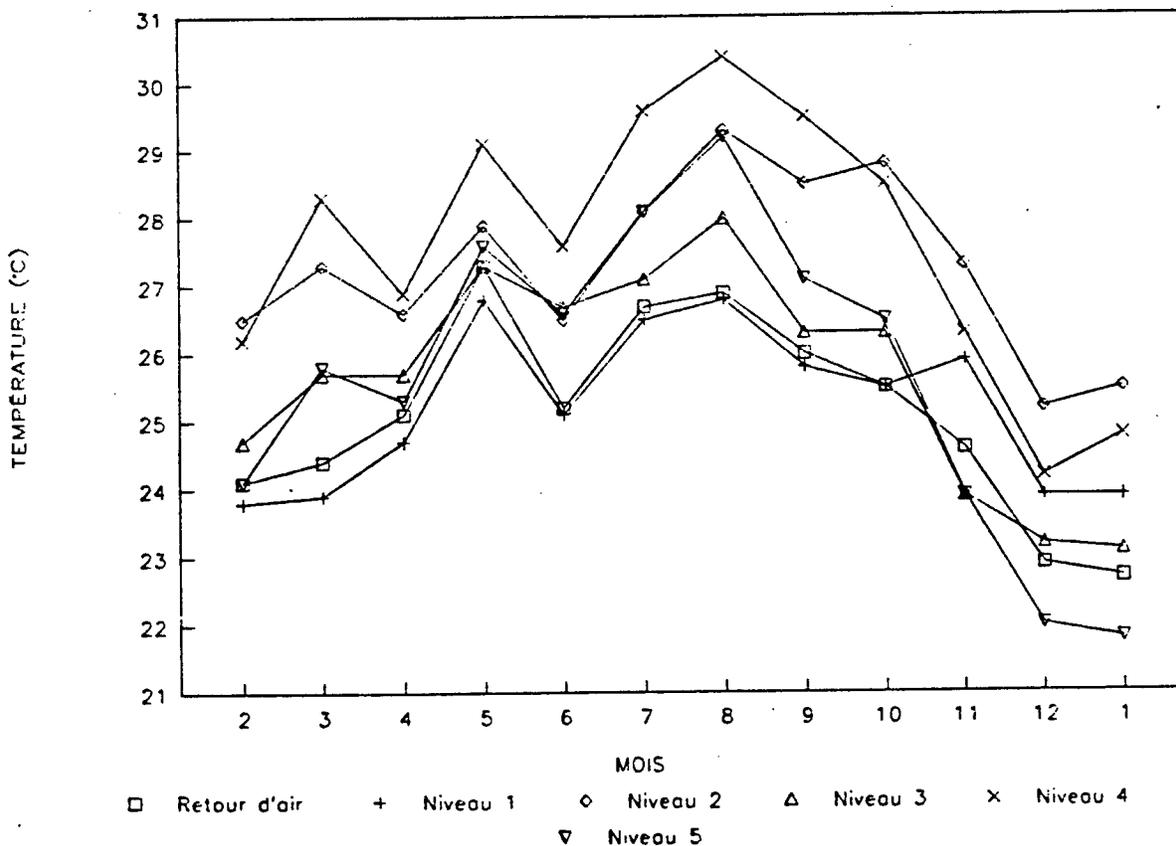
Minimum mensuel des températures horaires par niveau



La figure suivante montre la température maximum horaire mensuelle pour les cinq niveaux de la Maison Performante. On remarque ici l'influence de l'ensoleillement sur les températures maximums obtenues. Les niveaux disposant d'un vitrage sud, sud-est ou sud-ouest important, ont subi des hausses de températures plus élevées.

- Niveau 4 (x) : petite chambre sud, vitrage sud important par rapport à son volume
- Niveau 2 (◇) : salon, fenêtre panoramique sud de grande surface
- Niveau 5 (▽) : chambre des maîtres, fenêtre sud-est
- Niveau 3 (△) : cuisine, pièce ouverte avec salon (au nord du salon)
- Niveau 1 (+) : sous-sol
- Retour d'air (□) : sonde placée au sous-sol dans le retour d'air

Maximum mensuel des températures horaires par niveau.



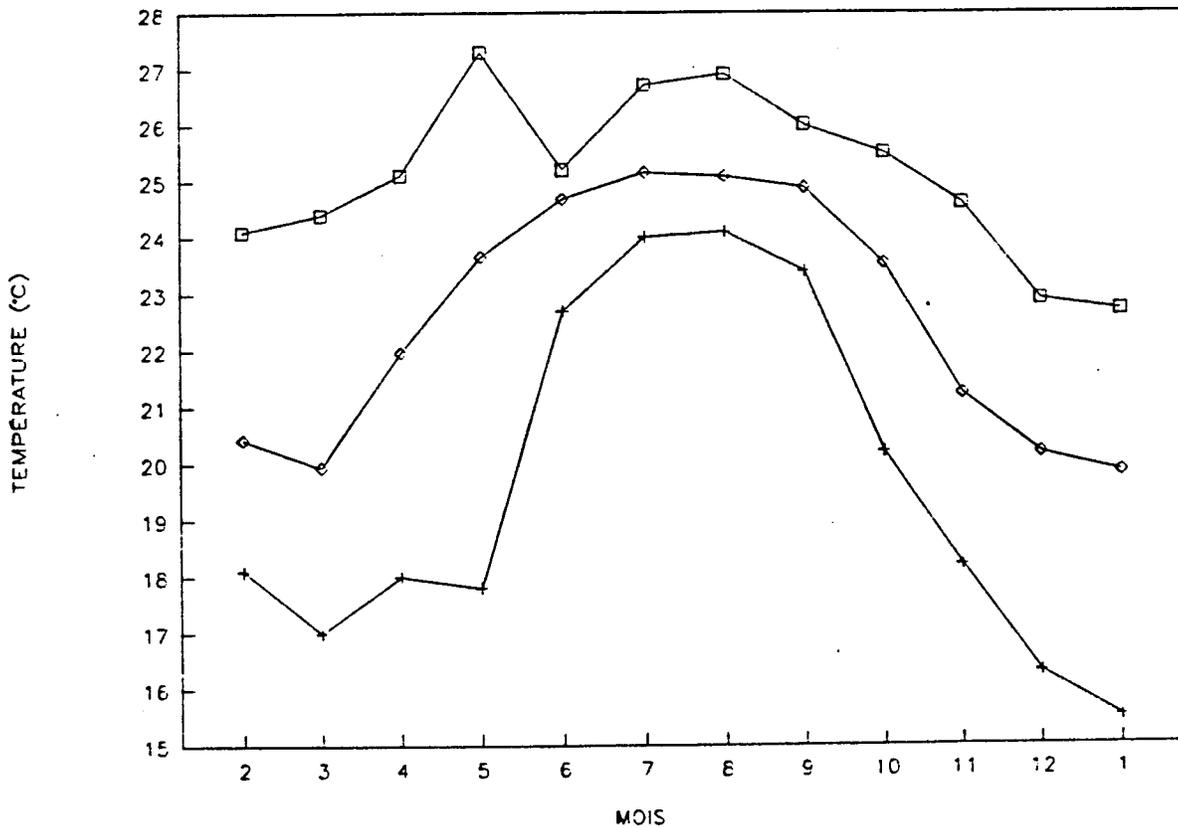
La figure suivante montre, pour chaque mois de l'année, les températures horaires minimum (+) et maximum (□) mesurées dans la gaine de retour du système de ventilation. La troisième courbe montre la température moyenne mensuelle (◇) mesurée au même endroit.

L'écart entre la température de consigne de chauffage et la température horaire minimum dépend de la précision du système de contrôle de la domotique. Si la consigne de chauffage est de 20°C, comme c'est le cas de février à octobre, le chauffage est activé lorsque la température descend à environ 17-18°C, et arrête lorsque la température atteint 20°C. De novembre à janvier, la consigne de nuit a été réduite à 60°C, c'est ce qui explique l'écart important obtenu pour le mois de janvier 95.

En période de chauffage, la température horaire maximum atteinte est seulement de l'ordre de 23 à 24°C, ce qui est excellent pour une maison solaire passive (3 à 4°C que la température de consigne).

La pointe de température mesurée au cours du mois de mai (courbe □) s'explique par le fait que les systèmes de refroidissement/climatisation n'étaient pas encore fonctionnels pour cette période.

Températures extrêmes mesurées dans la Maison Performante.



Rendement des systèmes mécaniques

Le COP moyen de la PAC, en mode chauffage et utilisation du stockage, est de l'ordre de 2,5 et en utilisation du puits de 2,1. Puisque la PAC n'a pas fonctionné en mode climatisation sur une période suffisamment longue, il n'a pas été possible de déterminer son COP pour ce mode.

Le COP moyen annuel des systèmes de récupération a été de 5,6. Le COP de ces systèmes pour la saison de chauffage (1/2/94 au 30/4/94 et du 1/9/94 au 31/1/95) a été de 5,5. Le COP des systèmes de récupération est plus faible qu'escompté mais s'explique par le fait que la consommation électrique de base du système de contrôle (PLC) est élevée par rapport au temps de fonctionnement des systèmes. Lors de la conception des systèmes, nous avons prévu un COP moyen de 7.

Nous vous présentons dans l'annexe 2 le rapport final de monitoring de la Maison Performante couvrant la période comprise entre le 1er février 1994 et le 31 janvier 1995.

5.2 Maison occupée

Une analyse sommaire du système d'acquisition de données a montré que la consommation de la maison occupée a été de 17 925 kWh pour la période comprise entre mai 1995 et mai 1996. Si on enlève la consommation du système de monitoring pour cette période (1 270 kWh (un ordinateur et un système d'acquisition de données)), la consommation de la maison devient égale à 16 655 kWh.

On doit noter que la température de consigne du système de climatisation de pointe a été abaissée de 27 à 20°C au cours de la saison estivale. La serre a été utilisée par les occupants à plusieurs reprises au cours de la période hivernale, ajoutant une charge de chauffage supplémentaire non prévue dans nos évaluations. De plus, nous devons ajouter que les occupants n'avaient pas le souci de réaliser des économies d'énergie car ils étaient déjà satisfaits de la faible consommation de la maison.

La consommation de la maison occupée représente donc 147% par rapport à l'objectif initial, 150% par rapport aux prédictions HOT 2000 et 113% par rapport aux prédictions DOE2.

5.3 Monitoring sur la qualité de l'air de la maison

Les tests d'évaluation de la qualité de l'air de la maison ont été effectués par TN conseil selon la méthode décrite dans le document "Advanced Houses Program, Indoor Environment Monitoring Requirements" de la SRC (Saskatchewan Research Council). Certains échantillons (autres que Gastec) ont été envoyés à ORTECH et à "Saskatchewan Research Council" pour évaluation et production d'un rapport. Le tableau suivant résume les résultats obtenus.

Tests effectués	Recommandation Santé et bien-être	Maison inoccupée 1er juin 94
CO ₂ , ppm (Gastec 2LL)	3 500	625
CO, ppm (Gastec 1LL)	11	0
NO ₂ , ppm (Gastec 9L)	0.05	0
O ₃ , ppm (Gastec 18L)	0.12	0
SO ₂ , ppm (Gastec 5LB)	0.02	0
Formaldéhyde, ppm (dosimètre passif, 7 jours)	0.05	0.053
Radon, mWL (système actif de détection par pompage, 7 jours)	100	0
Taux de changement d'air (PFT & CATS, 7 jours)	--	0.18
Total Volatile Organic Compounds, mg/m ³ (détecteur passif, 5 jours)	0.3 (recommandation Europe)	0.04
Particules dans l'air mg/m ³ (pompe et filtre, 7 jours)	40	100

On remarque qu'en général, les résultats excèdent les standards de Santé et bien-être Canada. Par contre, la plus grande concentration de particules dans l'air s'explique par le fait que le test a été fait peu de temps après la fin des travaux de construction. La concentration en formaldéhyde dépasse très légèrement les recommandations, mais s'explique de la même façon. De plus, aucun contrôle n'a été fait sur l'ameublement, certains meubles neufs pouvaient donc dégager un peu de formaldéhyde. Notez que la maison est équipée d'un VRC qui contribue à assurer un air de qualité supérieure (le VRC était à l'arrêt lors des tests).

6. CONCLUSION

L'analyse des résultats obtenus versus les prédictions nous permettent de conclure que les objectifs au niveau de l'efficacité énergétique ont été rencontrés. La consommation corrigée pour une année complète d'opération de la maison inoccupée a été de 11 600 kWh, soit seulement 300 kWh de plus que l'objectif initial.

La consommation corrigée de la maison occupée a par contre été plus importante avec 16 655 kWh/an (nous avons prévu une consommation de 11 067 kWh/an avec le logiciel HOT 2000 et de 14 700 kWh/an avec le logiciel DOE2). La consommation de la maison occupée représente donc 147% par rapport à l'objectif initial de 11 309 kWh/an, 150% par rapport aux prédictions HOT 2000 et 113% par rapport aux prédictions DOE2.

Ceci s'explique principalement par le fait que la température de consigne du système de climatisation de pointe a été abaissée de 27°C à 20°C pour respecter les exigences des occupants. La serre a aussi été utilisée par les occupants à plusieurs reprises au cours de la période hivernale, ajoutant une charge de chauffage supplémentaire non prévue dans nos évaluations. De plus, nous devons ajouter que les occupants n'avaient pas le souci de réaliser des économies d'énergie car ils étaient déjà satisfait de la faible consommation de la maison.

Il n'y a pas eu de problèmes importants ni de défaillances à signaler au cours de l'année de la démonstration. Par contre, en période d'occupation, nous devons signaler le bris de trois pompes du côté réservoirs de stockage. Ces bris ont été causés par des filtres bouchés car l'eau des réservoirs n'a pas été renouvelée au cours de l'été (valve de remplissage d'eau de pluie inversée), ce qui a entraîné une croissance importante d'algue microscopique dans les réservoirs de stockage. La pompe d'arrosage a aussi été brisée car un clapet a été inversé lors de l'installation de la plomberie.

Certaines techniques utilisées tel l'étanchéité à l'air ont permis à des entreprises d'améliorer certains de leurs produits. La technique EASE a été modifiée et appliquée pour la construction d'une maison R-2000 à St-Lazare. De plus, la récupération de l'eau a suscité beaucoup d'intérêt de la part des municipalités.

Le nombre de visiteurs est quelque peu décevant comparativement aux autres projets au Canada. Le budget a cependant été respecté, ce qui n'est pas le cas des autres projets qui, dans certains cas, ont accumulé des pertes importantes. La maison a été vendue au prix de 160 000 \$ alors que son coût de construction, de recherche, de développement, et de gestion dépasse 365 000 \$.

Plusieurs personnes qui ont visité la maison se sont dit apeurées devant toute cette technologie, ce qui nous laisse croire que la majorité des gens ne sont pas prêt à plonger dans le "hi-tech".

Dans l'ensemble, on peut conclure que la maison performante figure parmi les meilleurs projets présentés et réalisés et ce, tant au point de vue technique que financier. Ce projet n'aurait pu être réalisé sans la participation de tous les partenaires. Leur implication et leur dévouement ont été la clé du succès de ce projet.

ANNEXE 1

**Brochures d'informations techniques
et exemples de couvertures médiatiques**



LA NOUVELLE

LISEZ AUJOURD'HUI LES NOUVELLES DE DEMAIN

La maison PERFORMANTE DE L'APCHQ



LE PROJET DE L'ANNÉE EN HABITATION

Présentée en exclusivité au Salon Expo-Habitat, la Maison Performante de l'APCHQ risque fort bien de devenir, au cours de l'année 1993, le projet de recherche en habitation le plus en vue et le plus couru au Québec.

Construite selon les normes techniques les plus strictes et les plus rigoureuses établies pour les constructions résidentielles au Canada, la Maison Performante, présentée par l'APCHQ et ses partenaires, fait partie d'un programme national mis sur pied par Énergie, Mines et Ressources Canada. (voir autres textes en page 8)

Avec ce projet de Maison Performante, l'APCHQ propose la mise en application de principes de construction axés sur le rendement énergétique, le respect de l'environnement et le confort des occupants.

L'importance de ce projet, son originalité et son potentiel innovateur lui vaudront certainement d'attirer l'attention des consommateurs et celle aussi de l'ensemble des intervenants de l'industrie de la construction résidentielle.

La Maison Performante de l'APCHQ sera d'ailleurs présentée à la Conférence internationale sur l'énergie qui se tiendra à Vancouver au mois de juin 1993.

Dans ce numéro spécial du Journal La Nouvelle, nous avons préparé une série de textes et d'illustrations concernant les économies d'énergie, la domotique, les aspects environnementaux de la Maison Performante de même que le volet expérimental de ce projet.

Bonne lecture!

UN PEU D'HISTOIRE...

- 1804: Première locomotive à vapeur
- 1826: Première photographie
- 1869: Apparition de la bicyclette
- 1886: Automobile à moteur à essence
- 1903: Premier vol en avion
- 1905: Théorie de la relativité d'Albert Einstein
- 1935: Invention du radar
- 1946: Invention du premier ordinateur
- 1953: Première ascension du Mont Everest
- 1960: Découverte du rayon LASER
- 1967: Première transplantation cardiaque
- 1969: Conquête de la lune
- 1990: Télescope Hubble

1993: LA MAISON PERFORMANTE DE L'APCHQ

EN PRÉMIÈRE

Le Journal La Nouvelle a appris que la Maison Performante de l'APCHQ sera érigée rue des Rossignols au Domaine Champfleury à Laval (Ste-Rose) et qu'on pourra la visiter dès ce printemps.

Tous les détails de cette nouvelle exclusive en page 5 de votre journal.

TABLE DES MATIÈRES

Le projet	
Façon d'être	2
Structure	2
Projet de construction	3
Le volet expérimental	3
Chronologie	3
AFICHE COULEUR	
Construction	4-5
Entrevue	5
DOMOTIQUE	
Entrevue	6
ENVIRONNEMENT	
Crises	7
BioÉnergie	7
MAISON PERFORMANTE	
Un projet de recherche	8
La recherche	8
Les partenaires	8



APCHQ



EINSTEIN AVAIT TOUT PRÉVU!



Au cours des années 1980, le programme R-2000 a redéfini l'efficacité énergétique: les maisons issues de cette initiative consomment deux fois moins d'énergie que les maisons ordinaires.

Mais on peut faire mieux!

Comme l'indique la formule empruntée à Einstein, l'objectif de consommation annuelle totale de la Maison Performante de l'APCHQ est fixé à la moitié du rendement des maisons R-2000. Voici donc un aperçu des techniques et moyens utilisés pour atteindre cet objectif:

- Optimisation de l'orientation et de la fenestration pour des gains solaires passifs directs
- Vitrages performants
- Étanchéité à l'air
- Membrane d'étanchéité à l'air composite installée à l'extérieur
- Niveau élevé d'isolation thermique
- Chauffage de l'air par pompe géothermique à boucle fermée
- Utilisation du puits géothermique comme source gratuite de refroidissement
- Récupération de l'énergie du solarium
- Préchauffage de l'eau chaude sanitaire par capteurs solaires actifs
- Robinetterie à débit réduit (eau chaude)
- Ventilation mécanique à récupération de chaleur
- Utilisation d'appareils électroménagers efficaces
- Éclairage efficace
- Récupération d'énergie des eaux grises
- Gestion de l'énergie et de la sécurité par un système domotique intégré

À VOS BOUSSOLES

FENESTRATION

Afin de répondre efficacement aux objectifs de rendement énergétique que notre ami Einstein nous a amicalement rappelés, la première intervention à faire est d'orienter favorablement la fenestration et de bénéficier ainsi de gains solaires passifs.

La majeure partie de la fenestration est donc orientée sud, sud-est et sud-ouest, les seules orientations permettant des gains solaires.

Pour des raisons opposées, la fenestration donnant directement sur l'est et sur le nord a été réduite au minimum.

VITRAGE

FENÊTRES SUD / SUD-OUEST / SUD-EST: double vitrage enduit d'une pellicule à faible émissivité et rempli de gaz argon.

FENÊTRES AU NORD ET À L'EST: double vitrage avec deux (2) films CALO 88 et rempli de gaz krypton. Cet assemblage de type SUPERGLASS permet de combattre très efficacement les déperditions thermiques.



Ne manquez pas de lire notre entrevue exclusive sur la domotique avec le Professeur Du Domaine en page 6.

Si la fenestration constitue un élément important de l'enveloppe au niveau des pertes de chaleur, on doit aussi minimiser les pertes d'énergie par diffusion de chaleur (isolation) et par mouvement d'air au travers l'enveloppe (étanchéité).

ISOLATION

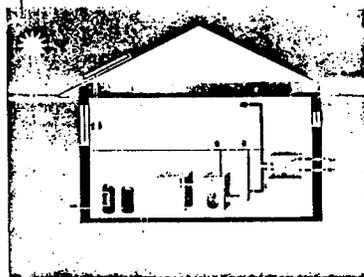
L'isolation de la Maison Performante correspond à des niveaux largement supérieurs aux maisons conventionnelles:

Isolation du toit: R-60

Isolation des murs: R-32

Isolation dalle au sol: R-10

Isolation des fondations: R-32

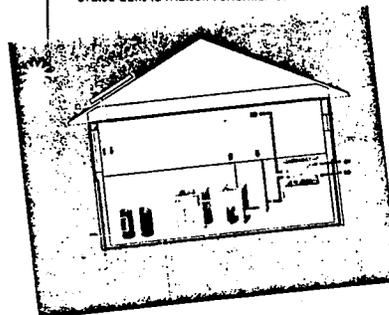


ÉTANCHÉITÉ

OBJECTIF — Rendre l'enveloppe extérieure le plus étanche possible

MOYEN — Technique EASE

La technique EASE est une technique d'étanchéité des murs par l'extérieur qui consiste en l'utilisation d'un pare-vapeur intérieur et un pare-air continu extérieur constitué d'une membrane insérée entre deux cartons fibres. Cet assemblage a été développé et testé en laboratoire par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et sera évalué dans la Maison Performante.



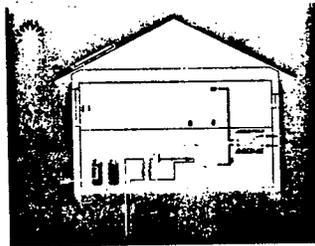


POMPE GÉOTHERMIQUE

Pour le chauffage et la climatisation de l'air de la Maison Performante, une pompe géothermique à boucle fermée sera utilisée.

Comparativement à la thermopompe à air couramment utilisée où l'on récupère la chaleur contenue dans l'air extérieur, la pompe géothermique récupère la chaleur contenue dans le sol.

La pompe géothermique a cet avantage que la température du sol demeure assez constante alors que la thermopompe peut voir son efficacité décroître à mesure que la température de l'air extérieur baisse.



RENDEMENT SAISONNIER
Pompe géothermique: 1 pour 3

BLOC-NOTES

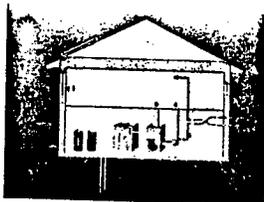
Sur le plan énergétique, le programme de Maisons Performantes comporte plusieurs exigences de performance quant à la consommation pour le chauffage de l'air et de l'eau, pour l'éclairage de même que pour les appareils électroménagers.

LE VRC...OU LA CHALEUR RÉCUPÉRÉE

La ventilation naturelle de la maison étant de beaucoup diminuée, on s'assurera de la bonne qualité de l'air ambiant en utilisant un ventilateur récupérateur de chaleur (VRC).

Avec cet appareil, l'air vicié de la maison est évacué à l'extérieur alors qu'en même temps, la chaleur contenue dans cet air rejeté est transférée à l'air frais provenant de l'extérieur; cette chaleur récupérée par le VRC est alors redistribuée dans toute la maison par le système de distribution d'air.

L'efficacité de ce système est de l'ordre de 80%.



LAISSEZ ENTRER LE SOLEIL!

Le chauffage de l'eau chaude domestique représente à lui seul environ 20% de la consommation totale d'énergie dans une maison.

Pour réduire ce haut pourcentage de consommation, la Maison Performante sera dotée de capteurs solaires actifs qui serviront au préchauffage de l'eau chaude domestique; ces installations permettront de réduire de plus de 50% annuellement la consommation d'énergie nécessaire au chauffage de l'eau.

Pour plus d'économie encore, toute la robinetterie autre que celle de la baignoire et de la cuisine est équipée d'aérateurs à débit d'eau réduit.

LES ÉLECTROMÉNAGERS

La consommation énergétique des appareils électroménagers et de l'éclairage peut parfois représenter jusqu'à 35% de la consommation totale d'une maison. Les appareils électroménagers utilisés dans la Maison Performante ont donc été choisis parmi les modèles électriques les plus efficaces sur le marché.

Du côté de l'éclairage, celui-ci est principalement fourni par des fluorescents de conception avancée ou compacts de même que de l'halogène de manière à limiter à 8W/m² la charge d'éclairage.

LE COIN D'ALBERT

LE VOLET EXPÉRIMENTAL DE LA MAISON PERFORMANTE

Plus que quiconque, Albert sait bien qu'en matière d'énergie, "rien ne se perd et rien ne se crée".

Alors à partir de ce principe et puisque la Maison Performante en fournit l'occasion, aussi bien en profiter et s'occuper de cette énergie abondante qui nous vient du soleil en utilisant les capteurs solaires, la pompe géothermique et le réservoir de récupération des eaux de pluie.

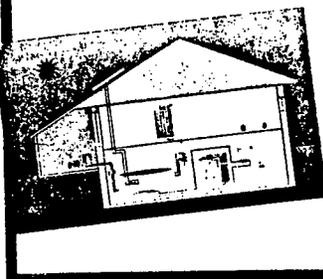
On se servira donc de ces installations pour tester et évaluer les techniques de récupération et de stockage de chaleur et d'énergie solaire.

De façon pratique, le volet expérimental de la Maison Performante prévoit la récupération de la surchauffe solaire intérieure de la maison et du solarium non chauffé, la récupération des surplus des capteurs solaires de même que la chaleur contenue dans les eaux grises.

Les énergies ainsi récupérées seront stockées le jour dans l'eau d'un réservoir et, la nuit venue, cette énergie sera récupérée et utilisée par la pompe géothermique.

Cette expérience durera deux ans et permettra d'évaluer et d'apprécier le rendement des techniques actuelles et permettra sans aucun doute d'en développer de nouvelles.

Si Albert voyait çà!



SAVIEZ-VOUS QUE...

On peut penser que l'Histoire commence avec l'invention de la roue... mais saviez-vous que la construction de la première maison remonte à 10 000 ans avant J.C. soit près de 7 000 ans avant la fameuse roue!



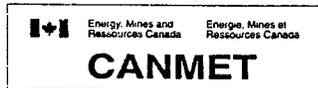
La maison PERFORMANTE DE LA

LA MAISON PERFORMANTE DE L'APCHQ

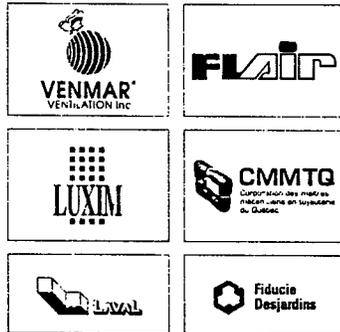
PROMOTEUR



SUPPORT GOUVERNEMENTAL



PARTENAIRES

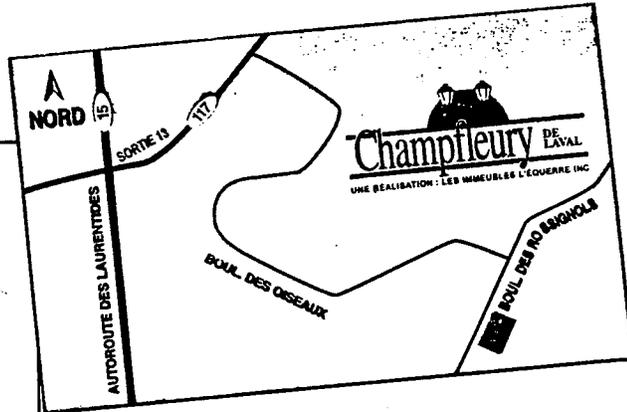


REGROUPEMENT POUR LA VALORISATION DE LA DOMOTIQUE



vision MANANTE

ARCHQ



LISTE DES PARTENAIRES

A.B.G.	Beton	(514) 463-3569
A.C.C.P.	Beton	(514) 739-2722
Arcon Canada	Vitrage	(514) 645-4444
Artisuc Inc.	Parquet exterieur	(514) 477-6626
Association des maîtres souterrains du Québec	Creusage d'un puit (250 profondeurs)	(514) 353-1120
Banloc	Isolation	(514) 651-5151
Blanchard-Ness Inc.	Échangeur	(514) 656-8800
BPCO	Bardaoux d'asphalte	(514) 364-0125
Briqueferre St-Laurent	Briques et pavés	(514) 866-8374
C.M.M.T.Q.	Plombier/ventilation	(514) 382-2668
Carrière et Lefebvre inc.	Matériaux	(514) 381-7456
Chauffage Serge Tringoneau inc.	Système mécanique	(514) 682-6333
C.N.R.C.	Service	(514) 353-1120
Crane Canada inc.	Matériel de salle de bains	(514) 748-6601
D'Arignon Design	Design	(514) 525-7734
Daubois inc.	Marbre	(514) 328-1253
Della Foucault Canada (Kendall)	Tuyauterie de cuivre pour le système de chauffage et de récupération	(514) 733-7139
Design Kronen Inc.	Balcon	(514) 648-1098
Dittech CVA inc.	Plancher radiant	(514) 327-7432
Duralorme 2000 inc.	Coiffage	(514) 472-3560
E.M.R.C.	Service	(613) 943-0951
Enercol (Alfa Laval)	Echangeur de chaleur	(514) 973-2000
Entreprise Marc Moore Inc.	Chauffage radiant	(514) 627-4127
Fenergic inc.	Fenêtres	(514) 354-5063
Fiducia Desjardins	Fuclité	(514) 280-9441
Garaga	Porte de garage	(418) 227-2828
Hydro-Québec	Démolition	(514) 392-8065
IDIL Inc.	Démolition	(514) 676-2309
Luxim inc.	Gérance de chantier	(514) 628-3738
Les Immeubles L'Équerre inc.	Terrain	(514) 628-3738
MAAX inc.	Matériel de salle de bains	(418) 387-4155
MERG	Service	(418) 643-4561
MICIT	Service	(514) 982-3014
Plast-Drain Inc.	Drain pour le raccord de la pompe	(514) 455-3333
Pompage industriel du Québec Inc.	Pompe à béton	(514) 442-4743
S.C.H.L.	Technique EASE	(613) 748-4671
Soprema inc.	Membrane de toiture	(514) 521-6836
T.N. Conseil inc.	Montage	(514) 449-3095
Téléboutique Bell	Téléphones	(514) 687-5323
Thermeau Confort	Pompe géothermique	(514) 459-4311
Thermach	Architecture	(819) 838-5203
Toiture Mauricie 62 inc.	Fermes de toit	(514) 646-8133
Uneau Grant inc.	Chauffe-eau performant (40 gallons)	(514) 645-8893
Les entreprises Dave Vallières	Isolation et tuyauterie	(514) 745-7522
Ventmar Ventilation inc.	Appareils mécaniques	(819) 477-6226
Ville de Laval	Service	(514) 662-4127
Vision récupération inc.	Compositeur	(514) 926-4120
Watts Regulator	Sortie d'arrosage, soupape d'échappement, réservoir	(514) 337-9010
Westburne Québec (Caron et bow Plastic)	Régulateur, drainage et alimentation	(514) 332-5331
Wolverine inc.	Tuyauterie de cuivre pour système de chauffage et de récupération	(514) 645-8741

Ce document a été imprimé sur des papiers recyclés.



V O L U T DOMOTIQUE

ENTREVIEW

LA DOMOTIQUE APPROVOISÉE

Le mot "domotique" fait partie de ces nouveaux noms qui ont été inventé pour tenir compte des nouvelles réalités techniques et technologiques. Le problème avec le mot domotique, c'est qu'il est à peu près introuvable dans les dictionnaires usuels.

Mais afin de bien renseigner nos lecteurs, nous avons rencontré le réputé professeur Du Domaine, un expert en domotique qui a bien voulu nous en parler. Nous vous livrons ci-dessous l'essentiel de cette entrevue avec le professeur Du Domaine.

LA NOUVELLE: Professeur Du Domaine, la première question que j'aimerais vous poser, vous vous en doutez bien, c'est la suivante: pourriez-vous nous dire ce qu'est la domotique?

PROFESSEUR: Pour bien comprendre le sens de ce mot, il faut remonter au mot latin "DOMUS" qui signifie maison et qui, vous le voyez bien, a servi de racine au mot domotique dont le suffixe nous rappelle alors que ce mot appartient dorénavant à la famille de l'informatique.

La domotique, c'est, en quelque sorte, l'informatique présente et utilisée dans le "fonctionnement" quotidien de la maison.

LA NOUVELLE: Sur le plan pratique, comment la domotique s'applique-t-elle à la Maison Performante?

PROFESSEUR: Dans le cas de la Maison Performante de l'APCHQ, nous parlons d'un système de contrôle intégré qui peut gérer le chauffage de la maison et s'occuper aussi de la sécurité. Vous avez là une définition pratique et complète de ce qu'est la domotique.

Je vous ai d'ailleurs apporté un schéma qui donne une vue d'ensemble des opérations reliées à la domotique.

LA NOUVELLE: Vous pouvez nous dire comment fonctionne ce système?

PROFESSEUR: Le système de contrôle central enregistre les données qui lui proviennent de la maison: des portes ou des fenêtres ouvertes, la présence de fumée dans la maison, le déplacement de personnes, les changements de température intérieure et extérieure ou encore le taux d'humidité, voilà des informations que le système de contrôle central peut capter et qui lui permettront d'entrer en action.

LA NOUVELLE: Et de quelles actions votre système est-il capable?

PROFESSEUR: C'est vous qui déterminez les actions possibles en programmant votre système de contrôle selon vos attitudes et selon vos besoins.

Prenez un exemple. S'il y a présence dans la maison entre midi et 13 heures, vous commandez à votre système de contrôle de porter le thermostat à 22° C dès qu'il détectera cette présence. Ainsi lorsque vous viendrez dîner à la maison, le système de contrôle détectera votre présence et ajustera le thermostat à 22° C, comme vous le souhaitez.

LA NOUVELLE: Et si c'était quelqu'un d'autre que moi qui venait dîner...quelqu'un qui s'intéresserait davantage à mon système vidéo qu'à mes petits plats! Cela veut dire que cette personne pourrait commettre son méfait dans le plus grand confort...

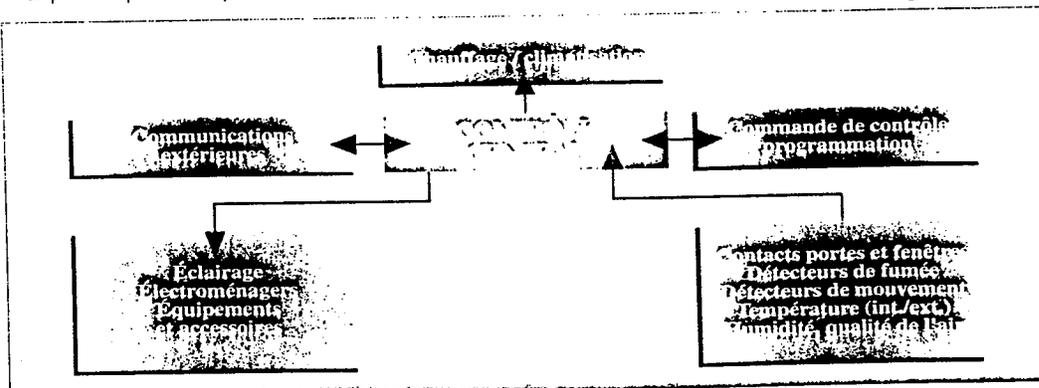
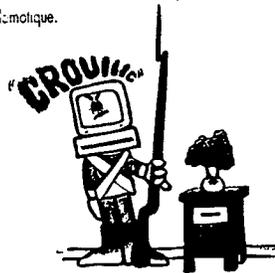
PROFESSEUR: Mais n'oubliez pas, cher ami, que c'est vous qui lui dites quoi faire: ainsi, si vous prévoyez être absent, vous commandez à votre système de contrôle central de déclencher l'alarme dès qu'il détectera une présence dans la maison entre 8 heures et 17 heures.

Et si jamais vous avez oublié de le faire et que vous êtes inquiet, vous pourrez toujours programmer votre système à distance en utilisant tout simplement le téléphone.

LA NOUVELLE: Si je comprends bien, Professeur Du Domaine, avec le système de contrôle central de la Maison Performante, dès mon lever, la température de la maison sera convenable, l'eau de la douche sera bien chaude, la radio me donnera les nouvelles du matin et mon café sera prêt!

PROFESSEUR: Oui...mais sans secret! Oui, tout cela peut s'arranger mais ce qu'il faut retenir de ce système, c'est qu'en plus de nous offrir un certain confort et d'assurer notre sécurité, il contribue aussi et surtout à réduire notre consommation d'énergie et ce, de manière très efficace.

LA NOUVELLE: Professeur Du Domaine, nous vous remercions de nous avoir accordé cette entrevue et de nous avoir fourni ces précisions sur la domotique.



V O L U T ENVIRONNEMENT

DOSSIER ENVIRONNEMENT

Au-delà et en plus des exigences en matière de rendement énergétique, la Maison Performante de l'APCHQ comporte aussi des exigences en matière de respect de l'environnement.

Si, comme collectivité, nous sommes de plus en plus conscients d'être des pollueurs actifs, il faut réaliser que notre rôle de consommateur "passif" a aussi des effets sur l'environnement.

Autrement dit, utiliser beaucoup d'eau peut avoir des effets aussi néfastes sur l'environnement que de jeter nos déchets à l'eau.

C'est ce point de vue que nous abordons dans notre dossier portant sur les caractéristiques environnementales de la Maison Performante de l'APCHQ alors que nous nous attarderons plus particulièrement à la question de l'eau.

CHRONIQUE

LE REFLEXE VERT

L'utilisation de matériaux recyclés efficaces constitue l'une des caractéristiques intéressantes de la Maison Performante de l'APCHQ. Voici quelques exemples de ce "réflexe vert", des exemples qui illustrent bien le souci qu'on a eu de penser à l'environnement.

- L'isolant thermique principal de la Maison Performante est un isolant de cellulose fabriqué à partir de fibre de bois recyclé.
- Tout au long de la construction, on a privilégié les produits portant l'étiquette ÉCOLOGO, notamment pour le choix des peintures utilisées.
- Au chapitre de la récupération des déchets domestiques, la Maison Performante est dotée d'une installation intégrée pour le tri sélectif ce qui rend plus efficaces les poubelles actuellement utilisées.
- Un bac extérieur permet le compostage des déchets organiques qui, à leur tour, serviront d'engrais dans le potager ou le jardin de fleurs.

PERFORMANCES SUR L'EAU

En parcourant le dossier de la Maison Performante, nous avons constaté que la question de l'eau y occupe une place importante alors que certains appareils utilisés à l'intérieur de la maison permettront une réduction appréciable de la consommation d'eau.

Une toilette conventionnelle utilise 12 litres et plus par chasse d'eau ce qui représente une utilisation excessive. En examinant alors attentivement les installations de la Maison Performante, nous avons découvert qu'on y utilise des toilettes à faible débit ce qui, d'après nos calculs, limitera à 6 litres tout au plus la consommation par chasse d'eau.

On peut dire sans se tromper que cette économie est une contribution appréciable au bilan de la conservation de l'eau et par voie de conséquence à l'économie d'énergie et à la conservation de l'environnement.



Nous avons jeté un coup d'œil attentif également sur tous et chacun des robinets de la Maison Performante. Notre conclusion est limpide et claire comme de l'eau de roche: il y a là aussi une économie d'eau alors que tous les robinets, sauf ceux de la baignoire et de la cuisine, sont équipés de cellules photoélectriques qui assurent, lors de chaque utilisation, un contrôle adéquat du débit de l'eau.



L'EAU VENUE DU TOIT

Lors de notre arrivée dans le garage, on y terminait la mise en place de deux réservoirs de récupération des eaux de pluie. Placés sous le plancher du garage, ces deux réservoirs recueilleront l'eau venue du toit via un système de drains approprié.

L'intérêt de ces réservoirs, c'est qu'ils permettent, durant l'été, de satisfaire une partie des besoins en eau pour usage extérieur tels que lavage de voiture, nettoyage du patio, arrosage du potager et des fleurs.

Au terme de notre visite, nous croyions bien avoir en main un dossier complet sur la Maison Performante de l'APCHQ, lorsque l'un de nos reporters fut attiré par une rangée de cactus bordant une allée de fleurs toutes plus belles les unes que les autres.

Poussant sa curiosité un peu plus loin, notre reporter apprenait que l'aménagement paysager de la Maison Performante avait été pensé en fonction d'une consommation d'eau minimale.

Comme quoi rien n'a échappé aux concepteurs de la Maison Performante pas plus qu'à notre équipe!



PROJET MAISON PERFORMANTE

L'APCHQ ET SES PARTENAIRES

PRIORITÉ À LA RECHERCHE

C'est l'importance accordée à la recherche par le Programme de Maisons Performantes qui a favorisé le regroupement, autour de l'APCHQ, de partenaires désireux de faire progresser l'industrie de la construction notamment dans le domaine des économies d'énergie et dans celui du développement de matériaux sains.

Pendant deux ans donc, la Maison Performante sera sous surveillance: durant cette période, on procédera effectivement à une compilation complète et suivie de données sur le comportement et les performances de nouveaux concepts qui auront été mis à l'essai.

Cette compilation se fera via un système informatique alimenté par des instruments tels que des thermocouples et des lecteurs électroniques judicieusement placés dans plus d'une centaine d'endroits de la maison.

Au cours de la deuxième année, la compilation se poursuivra alors que la Maison Performante accueillera ses premiers occupants fournissant ainsi l'occasion d'obtenir des données sur les performances de la maison en "situation réelle".

À la suite de cette compilation, l'APCHQ et ses partenaires pourront offrir aux fabricants l'opportunité de connaître les réactions de leurs produits et aux constructeurs celle de savoir dans quelle mesure chacun de ces produits est utilisable et rentable.

INFORMATIONS

Si vous désirez obtenir des informations plus complètes sur la Maison Performante de l'APCHQ, vous pouvez communiquer directement avec le service technique de l'APCHQ.

Maison Performante
Service technique
APCHQ
(514) 353-9960

UN PROGRAMME NATIONAL

Le programme de Maisons Performantes a été mis sur pied par le Centre canadien de la technologie, des minéraux et de l'énergie (CANMET) et la division de la recherche et du développement d'Énergie, Mines et Ressources Canada (EMRC).

Dans le cadre de ce programme, tous les intervenants de l'industrie de la construction étaient invités à proposer des concepts de maison répondant aux critères et aux objectifs du programme.

Au Québec, c'est par le biais de sa Fondation de recherche en habitation que l'APCHQ s'est inscrite au concours lancé par Énergie, Mines et Ressources Canada; le projet de Maison Performante de l'APCHQ a par la suite été retenu parmi les 10 projets gagnants à travers le Canada.

Créé dans le but d'encourager la mise au point et l'adoption de techniques permettant une utilisation plus efficace de l'énergie dans la construction résidentielle, le Programme des Maisons Performantes vise quatre objectifs principaux:

- Contribuer à la recherche liée aux économies d'énergie;
- contribuer à la recherche et au développement de matériaux sains;
- permettre un transfert de connaissances aux décideurs de l'industrie;
- fournir aux consommateurs une information adéquate sur les aspects environnementaux de l'habitation.

**Rendez-vous à
Champfleury
de Laval**

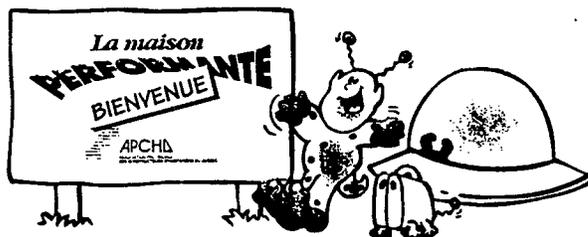
Plan en page 5

UN BANC D'ESSAI POUR L'AVENIR

La Maison Performante de l'APCHQ est un projet de démonstration, un projet-pilote: elle n'est donc pas en soi un produit comme R-2000 en est un.

La Maison Performante se présente plutôt comme un projet qui permet la mise à l'essai de plusieurs techniques dans la même maison.

Après évaluation de l'ensemble de ces techniques, certains éléments de la Maison Performante pourraient faire partie de la norme R-2000 ou même devenir des pratiques courantes dans le domaine de la construction résidentielle.



Vers demain

MARIE-ODILE PINET

Il n'y a pas même 30 ans, le Québec entrait de plain-pied dans la modernité. Branché directement sur la Manic, il découvrait René Lévesque, Georges D'or et les Classels.

Inépuisable, l'électricité était utilisée à qui mieux mieux. Troquant sans vergogne nos vieilles chaudières à mazout contre quelques jolies plinthes électriques de 8 pieds, nous ignorions qu'un jour, tout ça allait nous coûter très cher.

En hiver, l'idée de profiter de l'ensoleillement pour nous chauffer la couenne ne nous serait même pas venue. Sauf en Floride, bien sûr. Nous habitions des maisons qui «chauffaient le dehors» et qui se transformaient en étuveuses l'été.

Pour les rafraîchir, quelques climatiseurs, électriques bien entendu, fonctionnaient jour et nuit.

Après nous avoir débarbouillés, l'eau chaude de la baignoire ou de la douche coulait à flot vers les égouts, emportant avec elle tous ces kilowattheures.

La voiture, pour se redonner fière allure, souillait une eau limpide qui avait été traitée à grands frais par la municipalité. Même scénario pour l'entrée d'asphalte qu'on voulait libérer de quelques cailloux, ou pour la pelouse, qui criait «À boire, à boire...»

Puis, l'ère de l'utilisation réfléchie de l'énergie est venue. Un p'tit coup de morale nous a enseigné qu'il vaut mieux

baisser le chauffage la nuit... Mais personne n'aime se réveiller dans une maison glacée. On accepte volontiers de moins arroser sa pelouse, mais qui aime la regarder jaunir ?

Vint finalement une maison expérimentale où confort et efficacité énergétique se marient sans compromis, grâce à un assemblage de technologies alliant l'utilisation maximale des ressources de la nature à une saine gestion de l'énergie.

Il s'agit de la maison performante de la *Fondation de recherche en habitation de l'APCHQ*, un projet qui a vu le jour grâce à la contribution technologique et financière de nombreux commanditaires, à commencer par Énergie, mines et ressources Canada, à qui l'on doit le concours qui est à l'origine de ce projet.

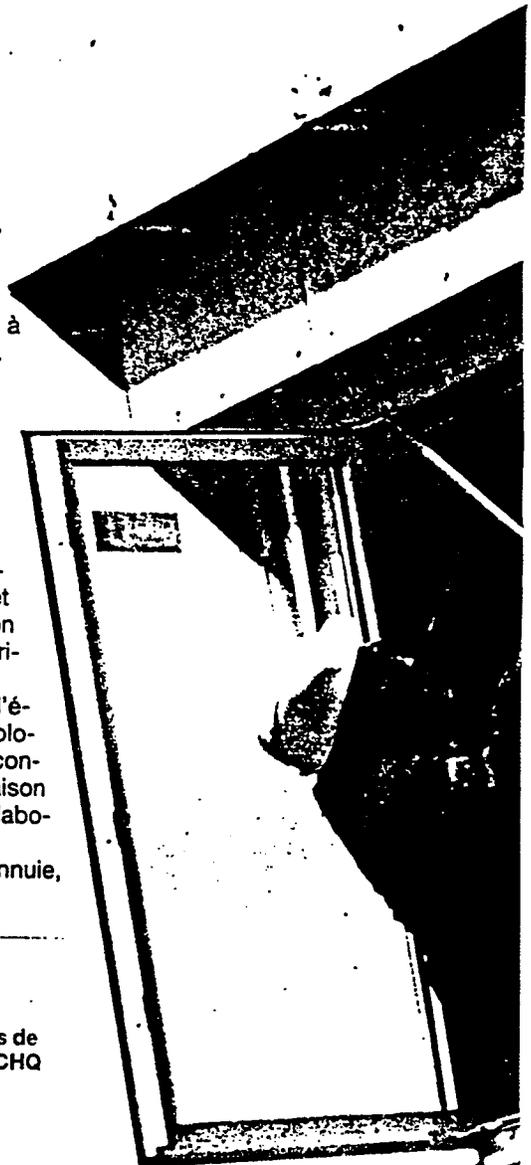
Conçue pour mettre à l'épreuve de nouvelles technologies qui captent l'énergie, la conservent ou la réutilisent, la maison performante est un véritable laboratoire qui prépare l'avenir...

Si tu savais comme on s'ennuie, maintenant, à la Manic.

Ce cahier spécial sur les innovations technologiques de la maison performante de l'APCHQ vous est offert par



Fiducie Desjardins



Sur la table à dessin

MARIE-ODILE PINET

Domaine Champfleury à Laval. À première vue, une maison semblable aux autres; c'est la maison performante. D'architecture moderne, elle est pourvue d'un garage double et d'un solarium. Ici donc, pas de toit de chaumière ou de chauffage au bois.

Un seul détail la distingue de ses voisines : des capteurs solaires situés sur un toit conçu pour récupérer l'eau de pluie. On s'étonne aussi de voir peu de fenêtres du côté nord tandis qu'on en trouve une multitude sur les faces exposées au soleil.

La porte s'ouvre sur une habitation qui a du style : architecture recherchée, espaces aérés, décoration et ameublement design. Les pièces sont réparties sur quatre paliers. Les aires de vie sur les premiers niveaux, les chambres aux niveaux supérieurs. Le salon, situé tout à côté du solarium, est ouvert jusqu'au toit. Les grandes fenêtres qui le bordent inondent la cuisine et la chambre des maîtres d'un ensoleillement exceptionnel.



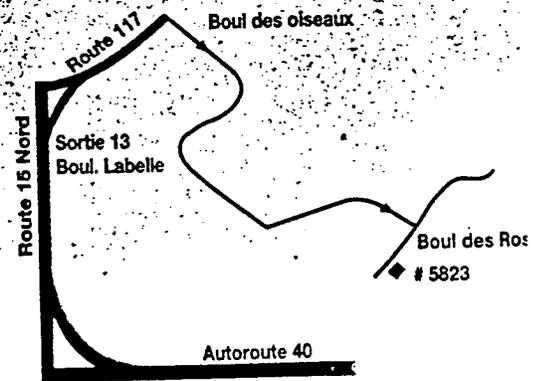
Sans robots ni trompettes, la maison performante est d'abord et avant tout un lieu de vie. On a donc misé sur l'efficacité énergétique dans un contexte où confort, sécurité et bien-être des occupants priment.

Pendant deux ans, la maison performante sera mise sous observation. Une équipe se chargera d'évaluer l'efficacité des nombreuses technologies mises à l'épreuve. Solaire passif, pompe géothermique, ventilation, tout sera passé au peigne fin. À la fin de l'expérience, la Fondation de recherche en habitation de l'APCHQ souhaite pouvoir offrir à l'industrie de l'habita-

tion de nouvelles méthodes pour mieux construire et habiter.

Des visites de la maison performante seront tenues durant la première année d'observation, soit avant qu'elle ne soit occupée par une famille. La seconde phase sera consacrée à l'évaluation de la performance de la maison en situation réelle. Vous êtes donc invité à découvrir

les multiples facettes de cette habitation dès le mois de juin 1993. Pour tout renseignement, téléphoner au (514) 353-9960 et demander le service technique.



L'aptitude à proposer des réponses innovatrices aux défis que leur pose l'évolution de l'environnement est la marque des leaders. Leur capacité à créer des consensus et leur volonté de faire profiter la société des résultats de leurs efforts le sont également.

Considérée elle-même comme un chef de file dans l'industrie des services financiers, la Fiducie Desjardins a depuis longtemps reconnu dans l'Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec (APCHQ), un leader dans son domaine. Toutes deux à la recherche de l'excellence, nous avons déjà, depuis dix ans, collaboré à la réalisation de plusieurs projets: le concours Domus, Expo habitat et la Maison dans le métro...

L'APCHQ nous propose cette fois d'aller plus loin en participant à un projet ambitieux: sa maison performante. C'est avec enthousiasme que nous avons accepté de soutenir ce projet et de nous associer à un partenaire dont la créativité et le dynamisme sont à la mesure de ceux de l'industrie de la construction résidentielle au Québec.

Cet apport au projet de l'APCHQ s'inscrit dans le prolongement du soutien que nous offrons depuis des années aux constructeurs dans le développement de leurs projets et dans la vente de leurs unités domiciliaires, grâce à une large gamme d'options de financement et à des modalités des plus concurrentielles.



Fiducie Desjardins

SAVOIR RESTER DES LEADERS !

l'industrie et d'encourager la recherche et l'innovation en matière d'habitation. En tant qu'institution du Mouvement Desjardins, nous sommes bien placés pour en apprécier l'avaleur et le potentiel.

Les préoccupations environnementales du Mouvement Desjardins sont déjà bien connues. Elles se sont traduites il y a quelques années par l'adoption d'une politique environnementale, dans la foulée de laquelle la Fiducie Desjardins a créé le Fonds Desjardins Environnement, le premier fonds de placement du genre au Québec.

Puisque toutes nos actions reposent sur le principe de la coopération, nous sommes d'autre part particulièrement sensibles aux projets qui, comme la maison performante, rallient des partenaires de plusieurs milieux en vue d'une réalisation qui bénéficiera à l'ensemble de la société.

Tant dans ses propres activités qu'avec ses partenaires de l'industrie de la construction, la Fiducie Desjardins est toujours ouverte à l'innovation et elle encourage la recherche et le développement de nouvelles solutions. C'est donc avec une grande fierté que nous nous associons à la réalisation du projet de maison performante de l'APCHQ et que nous saluons tous ceux qui en sont partenaires avec nous.

Yves Aubin
Vice-Président, Financement Hypothécaire

Ce cahier sur les innovations technologiques de la maison performante de l'APCHQ est une réalisation de Kristine Chainé et Marie-Odile Pinet à la rédaction, de Patrick Villeneuve, pour les photos, de André Rowe pour l'illustration, ainsi que de André Gagné, à la supervision technique. Édition : Martin Viau et Diane Angers. Mise en page : Carol Simard, de la société Bélanger Legault.

SILVERADO GREEN

KRISTINE CHAINÉ

Mesdames, messieurs, Voici la description sommaire des innovations technologiques de la maison performante de l'APCHQ. Dans l'ordre, nous vous présentons les systèmes mécaniques, l'enveloppe du bâtiment ainsi que le volet domotique du projet, qui permet de tirer profit de l'ensemble de ses composantes. Durant cette visite, vous serez à même de constater qu'en matière de gestion de l'énergie, deux grands principes ont été mis de l'avant dans la maison performante. Ce sont la captation de l'énergie naturelle disponible ainsi que le recours à des mécanismes de récupération et de recyclage de l'énergie consommée. Bonne visite!

LES SYSTÈMES MÉCANIQUES

Quand le soleil dit bonjour

L'énergie solaire est une des sources énergétiques les plus accessibles et les moins coûteuses qui soient. Le seul fait d'orienter judicieusement la maison influence grandement son rendement énergétique et peut contribuer à réduire de 15 à 20 % la facture de chauffage.

Cela va de soi. La maison performante a été construite de façon à profiter du soleil au maximum. Ainsi, une nette proportion des surfaces vitrées (le salon, le solarium et les chambres à coucher) sont orientées plein sud.

Au nord, on a restreint les ouvertures de façon à limiter les pertes de

chaleur. Le décloisonnement de certaines pièces permet d'avoir un meilleur accès à la lumière du jour.

L'orientation de la maison ne permet toutefois pas, à elle seule, de tirer tout le potentiel énergétique du soleil. Pour remédier à la situation, des capteurs solaires à tubes sous-vide et à caloducs ont été installés sur le toit.

Leur but premier est de fournir l'eau chaude nécessaire aux besoins domestiques de la maisonnée. Ces capteurs solaires sont reliés à un réseau de tubes en circuit fermé contenant un mélange d'eau et de propylène-glycol (de l'antigel), en proportions égales.

Le glycol est acheminé jusqu'à un réservoir de préchauffage où il y circule via un serpentin. Le design et l'emplacement même des capteurs solaires, du tuyau collecteur et des réservoirs fait en sorte qu'une pompe de faible puissance, soit 50 W, assure la circulation du liquide.

Chauffer l'eau

Dans le réservoir de préchauffage, il y a transfert de l'énergie du glycol chauffé par le soleil, vers l'eau fraîche du réservoir.

L'eau chaude passe du bassin de préchauffage à un chauffe-eau conventionnel, où elle sera peu ou prou chauffée du tout avant d'être utilisée.

D'habitude, un chauffe-eau conventionnel est alimenté par l'aqueduc, à une température oscillant autour de 4° ou 5° C. Cette eau est ensuite chauffée jusqu'à ce qu'elle atteigne environ 60° C, ce qui est très énergivore.

En théorie, les capteurs solaires devraient être en mesure de fournir suffisamment d'eau chaude pour combler les besoins d'une famille de deux adultes et de deux enfants, sur une base annuelle.

LES SYSTÈMES MÉCANIQUES

Retour à la terre

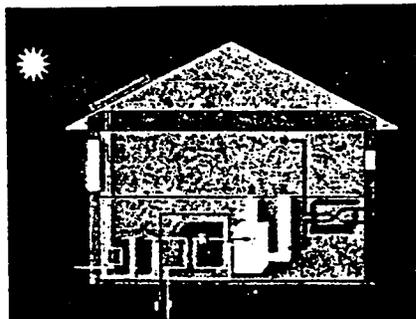
Pour alimenter le système de chauffage à air pulsé de la maison, on a recours à l'énergie calorifique gratuite contenue dans le sol. Cette énergie est extraite au moyen d'une pompe géothermique à circuit fermé souterrain.

Pour l'installation de ce type de système, on procède au forage d'un trou de 6 pouces de diamètre sur une profondeur d'environ 300 pieds.

Entre la surface du sol et le roc, on recouvre les parois de la cavité d'une gaine en acier et ce, jusqu'à ce qu'on atteigne le roc. On insère alors dans le puits une tubulure de polyéthylène à haute densité de 1 pouce 1/3, que l'on remplit de glycol.

Cette tubulure constitue un circuit fermé qui est relié à la fournaise logée au sous-sol. Une pompe de faible wattage assure la circulation du glycol à l'intérieur du circuit au rythme d'environ 3 gallons par minute.

La température du sol est d'environ 6° C. Dans la portion inférieure du puits, la glycol capte l'énergie calorifique du sol pour la réacheminer à un échangeur de chaleur.



Les experts estiment que le coefficient d'une telle pompe géothermique est supérieur à 3 pour 1, ce qui signifie que pour chaque kilowatt dépensé pour faire fonctionner la pompe, on en récolte 3.

Il semble d'ailleurs qu'une telle pompe géothermique puisse fournir 60 à 70 % de l'énergie nécessaire au chauffage de la maison pendant toute la saison. À titre comparatif, les thermostats et les pompes air-air qui se sont taillées une réputation de superperformance n'ont qu'un coefficient de 1.5, 1.6.

Après plusieurs mois d'extraCTION de la chaleur du sol, la terre autour du puits ainsi que l'eau qu'il contient gèle.

Un imposant bloc de glace se forme tout autour du puits pendant la saison froide, le rendant inefficace. Pour limiter l'utilisation de la pompe géothermique et retarder la formation de glace, on aura recours à une autre source d'énergie emmagasinée dans les bassins de stockage. **KC**

Rien ne se perd, tout se récupère

Quand on souhaite concevoir une maison vraiment performante, il ne suffit pas de capter l'énergie disponible, il faut également exploiter tout le potentiel de l'énergie déjà utilisée et l'emmagasiner pour un usage ultérieur. Du coup, on limite le gaspillage des ressources.

Pour ce faire, on a installé deux réservoirs d'une capacité totale de 10 000 litres. En été, ils servent à stocker l'eau de pluie, qui pourra être utilisée pour l'arrosage extérieur, et ainsi de suite.

À l'approche de la saison froide, une fois les réservoirs remplis, on les ferme pour éviter que l'eau de pluie ne vienne refroidir l'eau captive du réservoir. Celle-ci permet de récupérer la chaleur de tous les systèmes de production d'énergie.

Tirer profit des capteurs solaires

Les capteurs solaires, on le sait, ont comme but premier d'alimenter la maison en eau chaude domestique.

Cependant, pour en tirer profit, des valves de dérivation dirigent le glycol vers les deux réservoirs de stockage, à partir du moment où le bassin de préchauffage a atteint la température désirée.

Intercepter les eaux grises

Par ailleurs, un réservoir d'une cinquantaine de gallons intercepte les eaux grises de la maison. Elles proviennent des éviers, du lave-vaisselle, de la baignoire et de la douche et ne contiennent donc pas de matières fécales.



Un senseur situé dans le réservoir détecte la présence d'eau chaude. Il active alors une pompe qui fait circuler le glycol réchauffé vers les deux réservoirs de stockage.

Dans la majorité des maisons, lorsque la température ambiante atteint un niveau trop élevé, on en extrait la chaleur au moyen d'un ventilateur, et on la rejette à l'extérieur.

Dans le cas présent, l'énergie extraite est plutôt acheminée vers la fournaise, qui est elle-même reliée aux réservoirs de stockage, via les serpentins de glycol.

Le solarium

Dans le même esprit, le solarium orienté plein sud contribue, lui aussi, à emmagasiner de l'énergie dans les réservoirs de stockage.

Dès que la température ambiante du solarium s'élève, un ventilateur en extrait l'air chaud jusqu'à un échangeur relié, lui aussi, à un système tubulaire contenant du glycol.

Le chauffage de la maison est donc assuré par la pompe géothermique qui puise, en premier lieu, la chaleur emmagasinée dans les bassins. Dans un deuxième temps, si nécessaire, elle extrait l'énergie du sol.

Cette combinaison de deux sources distinctes devrait retarder considérablement la formation de glace dans le puits.

Les concepteurs de la maison performante souhaitent ainsi démontrer qu'un système solaire passif, jumelé à une forme d'énergie autre que l'électricité, ici, la pompe géothermique, est suffisant pour assurer le chauffage d'une maison bien conçue.

La climatisation

Les mêmes principes appliqués au système de chauffage sont mis de l'avant pour assurer la climatisation.

La façon de faire traditionnelle consistait le plus souvent à utiliser un compresseur. En dé comprimant le fréon, on en abaisse la température, ce qui permet de refroidir l'air du condenseur, lequel est propulsé dans la demeure. Le compresseur prend cependant de l'énergie.

Sans sacrifier le confort, il est possible de tirer profit de la température relativement fraîche du puits de la pompe géothermique.

Ainsi, lorsqu'on sélectionne le mode de climatisation au thermostat, la chaleur humide de la maison est récupérée et transmise à l'échangeur pour être acheminée dans le puits.

Au contact du sol plus frais, le glycol se refroidit. Il passe ensuite par l'échangeur de la fournaise et l'air rafraîchi est soufflé par le ventilateur à l'ensemble de la maison, sans qu'il

n'ait eu à passer par le compresseur. On estime que la capacité d'un tel système de climatisation est de 8,2 kilowatt.

La ventilation

On ne saurait parler de maison performante sans se soucier de la qualité de l'air ambiant.

Dans cette optique, le système de chauffage est doté d'un ventilateur-récupérateur de chaleur, lui-même muni d'un détecteur de Co2 qui permet d'évacuer l'air vicié. Des analyses ont révélé qu'il ne suffisait pas de contrôler le taux d'humidité pour s'assurer de la qualité de l'air. Lorsque le monoxyde et le bioxyde de carbone sont sous contrôle, les autres formes de polluants ont également été passablement éliminés, assez pour répondre à la norme de Santé et bien-être social Canada. KC



Garder ses eaux

Nous sommes de plus en plus conscients que l'eau n'est pas inépuisable. Afin de réduire la demande en eau potable, ces systèmes ont été intégrés à la maison.

Ainsi, les deux réservoirs de stockage servent, en été, à stocker l'eau de pluie. Ils alimenteront, de mai à octobre, un système indépendant servant à arroser la pelouse et parlerre, ou à laver la voiture par exemple. Lorsque les réservoirs se remplissent, l'excédent est tout simplement déversé dans l'égoût. La forme même du toit a été conçue de façon à acheminer l'eau jusqu'aux deux bassins.

Pour économiser encore plus d'eau, une toilette à faible débit a été installée. Cet appareil ne requiert que 6 litres d'eau quand on actionne la chasse, comparativement à 14 pour un sanitaire standard. KC

LA DOMOTIQUE

Du bout des doigts

Afin d'assurer le confort des occupants, la maison performante de l'APCHQ est dotée d'un système domotique (IDYL) couplé à une interface responsable de la gestion mécanique des équipements énergétiques.

Le système domotique gèrera l'éclairage intérieur et extérieur, l'arrosage de la pelouse ainsi que le système d'alarme (feu et vol), ce dernier étant relié à une centrale. Le système domo-

tique est aussi en mesure de détecter toute chute de température anormale et tout excès d'humidité causé par des infiltrations d'eau, par exemple. Ce système sera programmé selon les besoins des occupants qui pourront en modifier les commandes à leur guise.

La gestion des systèmes mécaniques liés à la consommation et à la récupération de l'énergie est assurée par un interface (Econotrol) relié au panneau de contrôle central. Au moyen de données préprogrammées et de sondes postées aux endroits stratégiques, l'ordinateur commandera le fonctionnement de la pompe géothermique, tant en mode chauffage que climatisation, l'ouverture des différentes valves de dérivation, le détecteur de CO₂, etc. **KC**



Un projet bien soutenu

La réalisation de La Maison performante coûte au bas mot 550,000 dollars. La recherche et le développement, la construction, le programme complet de monitoring, la campagne de promotion et les frais de financement constituent l'essentiel des dépenses.

Heureusement, la Fondation de recherche en habitation de l'APCHQ a pu compter sur la collaboration de partenaires des secteurs public et privé. Ils ont su faire profiter le projet de leur expertise et de leur savoir-faire, tant au niveau de la recherche que du financement. Voici les principaux partenaires de l'APCHQ.

- Énergie, mines et ressources Canada
- le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec
- la Ville de Laval
- Venmar Flair
- Luxim inc.
- Le Regroupement pour la valorisation de la domotique :
Hydro-Québec
Vidéoway communications
Le ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie
Industrie, science et technologie Canada
- la Fiducie Desjardins

De plus, une collaboration a été établie avec des sociétés impliquées dans la recherche et le développement en habitation. De nombreux manufacturiers et distributeurs ont aussi contribué à ce que le projet se concrétise.

L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

Une maison rondement emmitouflée

Quand on vise à obtenir un maximum d'efficacité énergétique dans une habitation, l'enveloppe doit être prise au sérieux. Sa défaillance peut entraîner des pertes d'énergie pouvant gruger jusqu'à 30 % du budget énergétique d'une maison. Pour cette maison performante, l'enveloppe du bâtiment a été conçue de façon à procurer un rendement hautement énergétique à un coût tout à fait abordable.

Les fondations sont constituées d'un coffrage isolant constitué de blocs de polystyrène dans lesquels on coule le béton. Une cloison intérieure de 2" X 4" isolée est ajoutée à cet assemblage. Le tout permet d'atteindre un rendement de R-32. En plus de simplifier l'érection des fondations, cette technique procure une double isolation. Elle offre donc une meilleure performance.

Au sol, une dalle de béton repose sur un pare-vapeur et un polystyrène extrudé de deux pouces d'épaisseur, procurant ainsi un facteur isolant de R-10.

Contrairement aux façons de faire habituelles, la charpente de la maison performante se compose d'une double ossature de bois (2" X 4" et 2" X 3").

Cette méthode permet de couper les ponts thermiques et d'augmenter le facteur isolant à R-32. L'espace entre les deux cloisons est rempli d'un isolant fabriqué à partir de fibres de bois recyclé. Pour l'appliquer, on le souffle entre les deux ossatures ce qui assure le remplissage des cavités.

En matière d'étanchéité à l'air, on a mis de l'avant un tout nouveau principe développé par la SCHL. Plus simple à réaliser, la technique EASE se fait par l'extérieur, au moyen d'un papier de type Tyvec inséré entre deux cartons-fibres. Le pare-vapeur est ensuite installé à l'intérieur, de façon conventionnelle.

Montée sur des murs standard, EASE présente de nombreux avantages dont celui de créer un pare-air rigide qui prolonge par conséquent son efficacité. Elle peut par ailleurs être effectuée au tout début des travaux. Aussitôt les portes et les fenêtres posées, on sera en mesure de réaliser un test d'infiltrométrie (étanchéité de l'enveloppe).

La toiture offre un facteur d'isolation de R-60. Pour ce faire, on a de nouveau recouru à la fibre de cellulose. Celle-ci bloque toute infiltration en se déposant, entre autres, dans les cavités aux périmètres des fermes de toit.

Pour ce qui est des fenêtres, on a combiné châssis de PVC et vitrage performant Superglass muni d'un intercalaire, là où il y a moins de soleil. Au sud, on a plutôt insisté sur une fenêtre qui permet de tirer profit de l'apport solaire tout en protégeant les habitants des rayons nocifs.

KC/M-OP

Du labo au chantier

la maison performante de l'APCHQ

La maison performante en 12 points

- L'isolation est de R-39 dans les murs et de R-60 dans la toiture
- L'enveloppe du bâtiment a été construite selon la technique d'étanchéité à l'air B.A.S.E.
- La maison est orientée pour tirer le maximum de la chaleur du soleil; un solarium ajouté à cette particularité
- Les fenêtres et le vitrage ont été placés et choisis pour conserver un maximum d'énergie au bon moment
- Des capteurs solaires permettent de chauffer l'eau domestique
- Un puits de 300 pieds permet de tirer l'énergie du sol
- Deux réservoirs souterrains permettent de récupérer l'eau de pluie, l'été, et de stocker l'énergie, l'hiver
- L'énergie des eaux grises est récupérée
- Un système domotique assure la sécurité et la sûreté
- Une pompe à chaleur et un système de ventilation à récupération de chaleur assurent la climatisation de l'air chaud ou frais, selon les besoins
- Le cabinet d'aisance consomme peu d'électricité
- Les électroménagers consomment peu d'électricité

Il y a un an, l'APCHQ inaugurait sa Maison performante. Conçue dans le cadre d'un concours du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada, la Maison performante était une des dix maisons qui devait répondre au défi de consommer la moitié moins d'énergie qu'une maison R-2000.

Utilisant plusieurs ressources énergétiques et cumulant plusieurs hypothèses, la maison perfo est aujourd'hui en mesure de livrer ses premiers fruits. Auscultée, tâtée, testée et mesurée pendant dix mois, on peut en tirer des pistes de réflexion, des conclusions ainsi que des méthodes de travail concrètes qui sont applicables dès maintenant par l'industrie.

Bien sûr, le monitoring continuera pendant un an, mais d'ores et déjà, on peut dire que la maison performante a livré ses promesses.

La publication de ce dossier est possible grâce à la contribution de

 Fiducie Desjardins

La technique E/

L'étanchéité

l'air rendue facile

S'il est un transfert technologique qui devrait être adopté facilement par l'industrie, c'est la technique EASE, un procédé qui assure l'étanchéité à l'air des bâtiments. Coup d'oeil sur cette innovation de la SCHL qui a été testée à la Maison performante.

Tout le monde a entendu parler de la maison R-2000... Mais combien d'entre vous se sont risqués à la construire ?

Conçue pour réduire la consommation énergétique des habitations de demain, la norme R-2000 posait l'hypothèse qu'un bâtiment étanche à l'air, bien isolé et bien orienté pouvait être la solution.

Malheureusement, le défi n'a pas été relevé avec beaucoup de succès, entre autres parce que la technique utilisée pour rendre l'enveloppe étanche à l'air nécessitait trop de soin.

Tout le monde le sait : le gros problème à surmonter dans les constructions conventionnelles, c'est l'étanchéité. En Colombie-britannique, on a enregistré jusqu'à 12 changements de température d'air à l'heure sur certains bâtiments. Cela signifie qu'en 5 minutes, toute la chaleur de la maison pouvait fuir pour être remplacée par de l'air froid. Les techniques utilisées aujourd'hui, le nombre de changements d'air dus aux fuites dans l'enveloppe du bâtiment varie de 3 à 3,5 à l'heure. La technique EASE permet de réduire cette performance à 1 changement d'air à l'heure.

À son test d'infiltrométrie, la maison performante a obtenu la note la plus respectable de .91 changement d'air par 60 minutes. Intéressant ! Surtout on sait que 35 % de l'énergie consommée dans une maison « normale » est perdue par l'enveloppe du bâtiment.

La technique EASE en 8 étapes

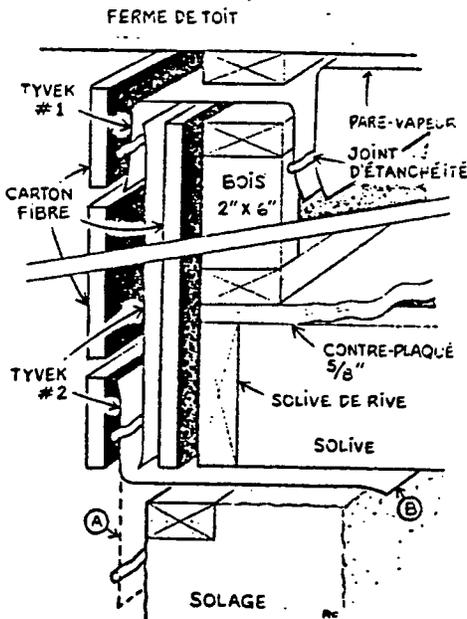
1. Au périmètre des fondations, avant de monter la structure du plancher, poser et sceller une bande de papier pare-air TYVEK d'un mètre de largeur.
 2. La construction des murs se fait de façon conventionnelle, avec carton-fibre et TYVEK.
 3. Poser la seconde feuille de carton-fibre de 4' X 8', en laissant 6 pouces au bas et au haut du mur. Ceci permet de relier la bande de TYVEK du haut et du bas du mur.
 4. Relever, joindre et sceller la bande de TYVEK A avec le TYVEK du mur de carton-fibre. On posera par la suite du carton-fibre sur l'espace de 6 pouces qui en est dépourvu.
 5. Sur la partie élevée du mur, on place une autre bande d'un mètre entre la sablière et la lisse haute de façon à la protéger pendant la pose des fermes de toit. Joindre et sceller cette bande au TYVEK du mur de carton-fibre. Recouvrir ce joint d'une dernière bande de 6 pouces de carton-fibre.
 6. Pour la pose des portes et fenêtres, couper le pare-air en X et le rabattre sur les montants de bois. On assure l'étanchéité du système au pourtour des cadres par la pose d'isolant giclé.
 7. Au plafond, poser le pare-vapeur avant le carton-fibre de façon à ce qu'il soit supporté par l'isolant, d'un côté, par le carton-fibre, de l'autre.
 8. Le joint entre la bande de TYVEK et le pare-vapeur se fait sur une surface dure : la sablière, par exemple.
- Toujours utiliser un ruban d'étanchéité de bonne qualité ainsi qu'un calfeutrant qui ne sèche pas.

Comme du Gore-tex

Posons le problème. Il fait froid et vous voulez sortir. Vous enflez 5 chaudières de laine mais vous avez égaré votre coupe-vent. Trois coins de rue loin, vous êtes frigorifié. Votre linge arrive. Avec votre coupe-vent. Vous avez tout, vous allez faire les courses. Mais voilà que vous avez trop chaud et que la sueur vous glace le dos.

Il en va de même des bâtiments. Pour être performants, ils doivent être bien emmitouflés, ils doivent empêcher le vent de les transpercer et ils doivent laisser s'échapper la vapeur d'eau produite dans la maison. C'est précisément ce que fait la technique EASE avec le pare-air structural qui est perméable à la vapeur.

Le secret : simple comme bon pain. De l'extérieur du bâtiment, il faut en sandwich deux cartons-fibres conventionnels sur une feuille de pare-air TYVEK. Scellez judicieusement les bouts de cette coquille et le jeu est joué. Parce que le sandwich est posé à l'extérieur de la charpente au début de la construction, il sera très



Le bilan énergétique

d'en préserver l'intégrité. Les quelques trous percés par le plombier ou l'électricien, par exemple, n'auront qu'à être colmatés. Même chose pour les fenêtres, dont on scellera le pourtour.

Avec la technique de construction R-2000, on posait une feuille de polyéthylène à l'intérieur du bâtiment comme pare-air et pare-vapeur. Il devenait difficile d'empêcher plombiers et électriciens de briser cette étanchéité quand ils passaient leurs fils et tuyaux. De plus, la pression du vent, une fois les murs fermés, finissait pas affaiblir la feuille de plastique, ce qui lui faisait perdre son étanchéité à l'air. Voilà pourquoi la technique EASE consiste à emprisonner la feuille de TYVEK entre deux cartons-fibres : cela rend le procédé structural, comme disent les spécialistes.

Des précautions à prendre

- Il est important d'utiliser du TYVEK. D'autres marques de pare-air ne laissent pas « sortir » aussi bien la vapeur.
- Il faut sceller le pourtour des fenêtres, le haut et le bas de la coquille avec un matériau qui peut prendre de l'expansion dans les interstices. De l'étafoam, par exemple. Évitez la laine minérale « bourrée », qui ne fait pas le travail.
- Pour le test d'infiltrométrie, qui est une étape obligatoire lorsqu'on veut être certifié R-2000, il faut couler la dalle de béton, isoler les fondations comme prévu, poser les fenêtres du sous-sol et injecter de la mousse entre les fenêtres et les fondations. Il en coûte 300 \$ pour faire le test par une firme spécialisée.
- Il faut poser un pare-vapeur conventionnel à l'intérieur si on veut préserver le mur de la vapeur d'eau.
- Au plafond, il faut poser un carton-fibre pour protéger le polyéthylène conventionnel avant de mettre la fourrure.
- Le prix de cette installation est d'environ 600 \$ pour les matériaux, à quoi il faut ajouter un peu de main-d'œuvre, puisque c'est un peu plus long que la méthode conventionnelle, et le prix du test d'infiltrométrie, s'il y a lieu.
- Attention, on ne saurait utiliser les panneaux de copeaux au lieu du carton-fibre à cause de leur faible perméabilité à la vapeur d'eau.
- Avec une telle coquille, un système de ventilation mécanique est obligatoire. Sans récupération de chaleur, l'investissement ne sera jamais rentabilisé.

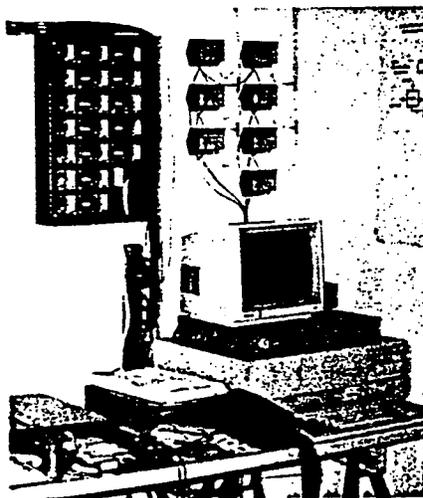
1 Qu'est-ce que la Maison performante ?

D'un point de vue énergétique, la maison performante est un lieu d'expérimentation où :

- l'enveloppe du bâtiment doit garder le maximum d'énergie dans la maison (technique d'étanchéité à l'air EASE, isolation supérieure);
- le soleil doit être utilisé au maximum à l'état naturel (solaire passif);
- un dispositif de captation doit tirer le maximum des heures d'ensoleillement (solaire actif);
- un puits doit permettre de tirer le maximum de l'énergie de la terre (géothermie);
- l'énergie utilisée dans la maison doit être réutilisée au maximum (eaux grises);
- l'électricité n'est utilisée que pour alimenter les appareils électroménagers, au sens large du terme, et pour secourir les autres systèmes si le froid leur prend toute leur énergie.

2 Comment la maison performante a-t-elle performé, cet hiver ?

Comme un charme. C'est la firme TN Conseil qui avait le mandat de mesurer la consommation énergétique de la maison et de la comparer aux



Depuis sa construction, la maison performante a été monitorée minutieusement. Ce travail continuera pendant un an, à partir du moment où la maison sera occupée.

résultats du logiciel de simulation énergétique DOE2. Voici ses conclusions :

- Durant tout l'hiver, les plinthes électriques n'ont été utilisées que pendant 2 heures pour toute la saison de chauffage !!!
- À partir du 28 mars, la pompe à chaleur n'a plus fonctionné. Cela signifie que la maison se chauffait de ses seuls éléments de récupération de l'énergie solaire.
- L'énergie solaire active et passive ainsi que l'enveloppe du bâtiment ont tellement bien performés que la géothermie était presque superflue. A lui seul, le système solaire actif (capteurs-tubulure et glycol) a contribué pour 59 % de l'énergie récupérée.

En conclusion, on peut comprendre que la Maison performante, telle qu'elle a été bâtie, utilise d'abord et avant tout l'énergie solaire des systèmes passifs et actifs pour se chauffer, énergie qui est stockée dans deux grands réservoirs de 5 000 litres chacun.

Un certain nombre de nuances doivent être apportées aux conclusions qui précèdent, compte tenu que la maison n'a pas été occupée cet hiver. Toutefois, selon la firme TN Conseil, la Maison se comporte comme prévu. Elle ne devrait donc pas consommer plus que le budget énergétique de 15 000 kW/heure par année, ce qui correspond aux prévisions de DOE2 et ce qui permet de dire que la Maison performante est vraiment performante puisqu'elle consomme la moitié de ce qu'une maison R-2000 consomme.

3 Que retenir de l'expérience, de façon concrète ?

À court terme, on peut retenir de l'expérience de la Maison performante que la technique d'étanchéité à l'air EASE, une isolation supérieure ainsi que l'utilisation du solaire passif (orientation de la maison, choix du vitrage) permettraient dès demain de construire des maisons nettement moins énergivores. À moyen terme, on peut retenir que le solaire actif, dans la mesure où les équipements requis deviendront plus abordables, peut devenir une source d'énergie d'importance.

La ventilation

un apport technologique devenu incontournable



M. Pierre Marcouiller, président de Venmar.

Qu'on le veuille ou pas, la ventilation mécanique est devenue incontournable. À la Maison performante, un système de ventilation à récupération de chaleur permet à ce bâtiment super étanche et super isolé de se renouveler en air frais, pour le plus grand confort des occupants. Nous vous présentons ici une entrevue avec le président de la société Venmar, Monsieur Pierre Marcouiller, qui nous indique les tendances en matière de ventilation.



M. Jean Gaudreault, responsable de la division Flair, et son nouveau senseur à événements.

QH. Où s'en va Venmar ?

P. Marcouiller. Venmar s'en va loin... Nous nous percevons comme des spécialistes en traitement de l'air. Nous voulons vraiment être des leaders du traitement de l'air en Amérique du nord. Dix pour cent de nos effectifs sont affectés à la recherche et au développement, soit 25 personnes sur 230.

Nous innovons aussi par nos procédés de fabrication. Nous pouvons fabriquer des lots d'un même produit dans des variantes qui s'adapteront à de très petits segments du marché. Enfin, il y a toute la question de l'entrepreneuriat. Nos 4 usines ont chacune leur mission et leurs produits.

QH. Et votre performance d'entreprise ?

P. Marcouiller. Nous avons une expansion interne de 20 à 25 % par année. Notre chiffre d'affaires global est de 37 millions, alors qu'il était de 15 millions en 1991, quand nous avons racheté.

QH. Que se passe-t-il au niveau de la ventilation résidentielle ?

P. Marcouiller. Actuellement, un constructeur qui achète un système de ventilation le fait pour deux raisons : protéger la structure de la maison, puisqu'il offre une garantie de 5 ans, et protéger la santé de l'habitant de la maison. Aux États-unis, il y a des états qui commencent à édicter des normes de ventilation plus sévères parce qu'il y a de plus en plus de poursuites. Quand on regarde

tous les agglomérés qu'il y a à l'intérieur d'une maison, les colles, les formaldéhydes, on peut penser que sur une longue durée, tout ça a un effet sur la santé. Nous nous dirigeons vers une réduction totale de la ventilation dans l'habitat. Au Québec, 50 % de nos ventes sont encore sur des systèmes sans récupération de chaleur. D'ici trois ans, nous prévoyons que 90 % des systèmes vendus seront récupérateurs de chaleur.

Au début, les consommateurs cherchaient à contrôler l'humidité. Maintenant, les gens cherchent à contrôler la qualité de l'air. Sans récupérer la chaleur, c'est impossible à réaliser. Nous nous dirigeons vraiment vers la réduction de chaleur et vers une ventilation continue qui permettra d'obtenir une bonne qualité de l'air.

QH. Offrirez-vous des systèmes senseurs de polluants ?

P. Marcouiller. Oui, dès le 1^{er} trimestre. Mais nous parlons de senseurs à événements. Le système de ventilation doit fonctionner 24 heures sur 24. C'est la norme. Mais il y a des événements qui altèrent la qualité de l'air dans un bâtiment. Les senseurs à événements vont permettre d'accélérer automatiquement la ventilation quand il y a un fumeur ou un détecteur de la présence de différents polluants.

QH. Vous changez toute votre gamme de produit ?

P. Marcouiller. Non, notre approche de ventilation sera toujours la même. C'est l'appareil de contrôle qui sera différent. À 175 \$, c'est un contrôleur qui sera accessible à tous.

QH. Vous avez d'autres projets en cours ?

P. Marcouiller. Oui, nous voulons assurer un meilleur contrôle de l'humidité. Pendant les mois très froids de l'hiver, l'air d'une maison bien ventilée peut devenir sec. Nous voulons vendre un appareil qui va vraiment gérer l'humidité en gardant la quantité souhaitée tout en maintenant l'échange d'air. C'est notre prochaine innovation. Ce sera marquante parce que le contrôle de l'humidité et de la qualité de l'air d'une résidence seront alors complètement automatisés. ♣

Le prix de l'eau

Quand il est question d'eau potable, plus la peine de parler de transfert technologique. Le problème se situe plutôt du côté des mentalités qui tardent à s'ajuster puisque tout est fin prêt, techniquement et commercialement, pour permettre à nos municipalités d'économiser énormément.

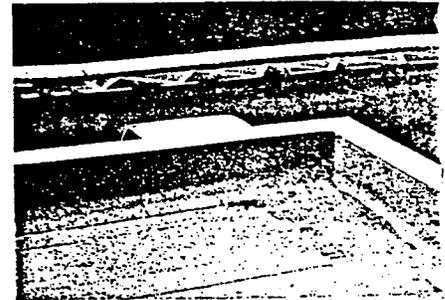
La Maison performante intègre trois éléments qui, s'ils étaient repris au niveau de l'ensemble d'un territoire, auraient des retombées considérables.

- D'abord, les cabinets d'aisance. Un cabinet standard utilise 12 litres d'eau par chasse. Celui de la maison performante n'en utilise que 6. Quand on sait que jusqu'à 30 % de l'eau potable d'une maison passe par le tourbillon de la toilette, il va sans dire qu'un cabinet d'aisance «écologique» est une mine d'or pour une municipalité. Pour provoquer le changement, tous les scénarios sont

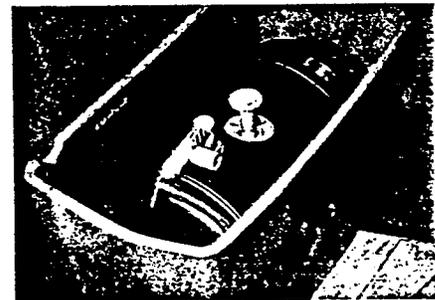
bons. La méthode dure consisterait à installer des compteurs d'eau dans les maisons. Mais les municipalités pourraient aussi donner 50 ou 100 \$ aux consommateurs ou aux entrepreneurs qui installeraient de tels cabinets et bénéficier des économies par la suite.

- Le robinet à cellule infra-rouge est aussi très efficace dans la mesure où il permet lui aussi de ménager l'eau potable.

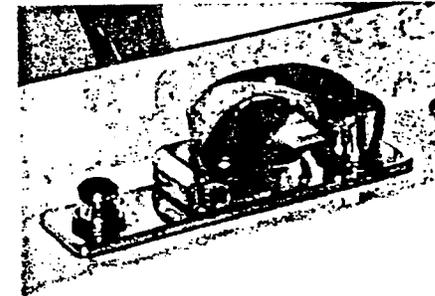
- Mais là où la Maison performante innove le plus, c'est dans la récupération et la gestion de l'eau de pluie. Le toit et les gouttières permettent de la canaliser vers deux réservoirs de stockage de 5 000 litres chacun. Une pompe permet de réutiliser cette eau pour arroser le parterre, laver la voiture, etc. Le coût d'installation du système constitue évidemment un frein, mais les municipalités qui combineraient compteurs d'eau et subvention pourraient faire des gains substantiels. ▀



Le toit de la maison performante est aménagé pour récupérer l'eau de pluie, qui sert ensuite à l'arrosage du gazon, au lavage de la voiture, etc.

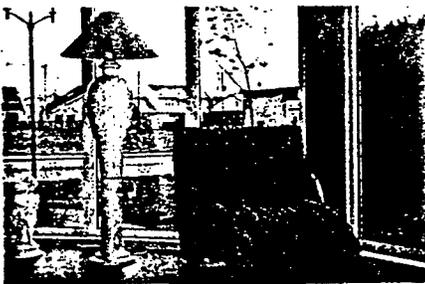


Ce cabinet d'aisance à faible débit prend la moitié moins d'eau qu'un cabinet standard.



Ce robinet à infra-rouges détecte le mouvement de vos mains. Quand vous sortez de son champ de vision, il arrête de couler.

Le vitrage



Le vitrage de chacune des fenêtres a été choisi en fonction de sa position par rapport au soleil.

Il n'est pas justifié d'utiliser le même vitrage tout autour d'une maison, d'autant plus que prix des fenêtres est en baisse. À la perfo, on a utilisé du Superglass (deux films Low E, gaz stable et intercalaires de qualité) au nord, nord est et nord ouest, du vitrage Low E avec gaz argon au sud est et sud ouest et du vitrage régulier au sud. Le bilan énergétique global confirme qu'il s'agit d'un bon choix. Le principe : s'assurer que les fenêtres laissent entrer plus de chaleur qu'elles n'en laissent sortir. C'est ce qui explique le vitrage régulier au sud.

SAVOIR INNOVER... ET EN TIRER PROFIT

La Fondation de recherche en habitation de l'APCHQ tient à souligner la contribution de ses nombreux partenaires au projet de la Maison performante de l'APCHQ. Ayant comme mission «d'entreprendre, de publier et de distribuer des études et des recherches dans le domaine de l'habitation pouvant intéresser la collectivité», la Fondation a agi comme maître-d'oeuvre dans le dossier de la Maison performante, en plus d'être le rassembleur des partenaires qui ont soutenu le projet.

À cet égard, elle tient à souligner la participation de :

- Énergie, Mines et Ressources Canada
- le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec
- la Ville de Laval

- Venmar Flair
- Luxim inc.
- Le Regroupement pour la valorisation de la domotique
- Hydro-Québec
- Vidéoway Communications
- le ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie
- Industrie, science et technologie Canada
- la Fiducie Desjardins, qui contribue à la publication de ce dossier.

LA FONDATION DE RECHERCHE
EN HABITATION



ANNEXE 2

La Maison Performante de l'APCHQ

Volet Monitoring

Rapport final

RÉSULTATS DE MONITORING

PÉRIODE DU 1er FÉVRIER 1994 AU 31 JANVIER 1995

Nouvelle adresse depuis le 1er mai 1997

TN conseil, *Conseillers en technologie de l'environnement inc.*
5227, rue Notre-Dame est , bureau 200
Montréal, Qc, H1N 3K5, Canada
E-mail: tn.conseil@sympatico.ca
Fax: (514) 257-7729

Tel: (514) 254-3541

La Maison Performante de l'APCHQ

Volet monitoring

RAPPORT FINAL

RÉSULTATS DE MONITORING

PÉRIODE DU 1er FÉVRIER 94 AU 31 JANVIER 95

présenté à:

Monsieur André Gagné, directeur
Service Technique, APCHQ
5930, boul. Louis-H. Lafontaine
Anjou, Québec
H1M 1S7

le: 28 février 1995

TABLE DES MATIÈRES

1- SITUATION DU PROJET:	1
2- PRÉSENTATION DE LA POMPE A CHALEUR GÉOTHERMIQUE:	4
3- STRATÉGIE DE CONTRÔLE DE LA POMPE À CHALEUR ET DES SYSTÈMES COMPLÉMENTAIRES DE CLIMATISATION	4
4- CONSOMMATION ÉLECTRIQUE DE LA MAISON PERFORMANTE DE L'APCHQ ...	11
4.1- Résultats du monitoring	11
4.2- Estimation de la consommation de la Maison occupée	11
5- RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION MESURÉE SELON LES POSTES D'UTILISATION	14
6- CHAUFFAGE DE LA MAISON PERFORMANTE (HIVER 94-95)	17
6.1- Contribution des différentes sources de chauffage	17
6.2- Contribution des sources d'énergie de la pompe à chaleur en mode chauffage	20
7- CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTES SOURCES DE CLIMATISATION (ÉTÉ 94)	22
8- CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE RÉCUPÉRATION	24
9- VARIATION DE LA TEMPÉRATURE DU STOCKAGE AU COURS DE L'ANNÉE	27
10- ÉVALUATION DU CONFORT DE LA MAISON PERFORMANTE	29
10.1- Variation de la température de la Maison pour la saison estivale	29
10.2- Écart de température entre les différents niveaux de la Maison Performante	32
10.4- Variation de la température horaire pour des journées extrêmes	36
11- CONCLUSION	41

ANNEXES

Consommation électrique journalière du 1er février 94 au 31 janvier 95	45
Contribution journalière des différentes sources de chauffage du 1er février 94 au 30 avril 94, et du 1 sept 94 au 31 janvier 94	53
Énergie thermique récupérée par le stockage du 1er février 94 au 31 janvier 95 ..	59

1- SITUATION DU PROJET:

Le projet de maison performante de la Fondation de recherche en habitation de l'APCHQ se veut un projet de démonstration et d'évaluation de nouvelles technologies efficaces aux niveaux énergétique et environnemental. Le projet regroupe des idées, des techniques et des produits qui ont été mis à l'essai et monitorés sur une période de plus d'un an; en soi, le projet ne se veut pas un produit en lui-même mais plutôt un banc d'essai permettant d'évaluer différentes séquences d'opération ou de couplages de différentes technologies afin d'en évaluer le rendement et permettre de faire des recommandations à l'industrie de l'habitation.

Il s'agit d'une maison unifamiliale de 132 m² de superficie habitable excluant solarium, garage et sous-sol technique, avec un volume à chauffer de 412 m³ qui a été construite à Laval sur un terrain dont la façade donne à l'ouest. Ses principales caractéristiques sont les suivantes:

- Optimisation pour des gains solaires passifs directs;
- Chauffage de l'air par pompe géothermique à circuit fermé souterrain;
- Capteurs solaires actifs à tube sous-vide et caloduc pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire. Couplage avec le stockage thermique (deux réservoirs de 5 m³ chacun) afin de transférer les surplus solaires et optimiser le rendement;
- Système de transfert des surchauffes solaires passives au stockage (refroidissement "gratuit" par le stockage) et rafraîchisseur ("gratuit") de la maison à partir du puits;
- Stockage permettant d'emmagasiner les surchauffes solaires et/ou les surplus des capteurs solaires actifs;
- Étanchéité à l'air par l'extérieur de très haute qualité;
- Isolation composée d'isolant thermique de cellulose;
- Revêtement intérieur fabriqué à partir de fibre de cellulose;
- Vitrages performants à facteur isolant différent en fonction de l'orientation;
- Systèmes de contrôle de chauffage et d'éclairage;
- Ventilation mécanique à récupération de chaleur;

La Maison Performante de l'APCHQ présente en plus de nombreuses innovations technologiques:

RÉCUPÉRATION DE L'EAU DE PLUIE:

Dans le but d'économiser l'eau potable, les eaux de pluies provenant de la toiture sont récupérées via les gouttières dans deux réservoirs de 5 m³ chacun, enfouis sous la dalle de béton du garage. Cette réserve d'eau de pluie alimente l'extérieur de la maison (arrosage, lavage, etc.). Ces réservoirs offrent un stockage thermique aux systèmes mécaniques de la maison.

Description

Le système est doté des caractéristiques suivantes:

1. Deux réservoirs de récupération enfouis sous la dalle de béton du garage;
2. Conduit d'amenée des eaux de pluie;
3. Trop-plein permettant, en cas de précipitation extraordinaire, de drainer le surplus au réseau pluvial municipal;
4. Pompe et réservoir sous pression;
5. Réseau de plomberie indépendant incluant valves, accessoires et contrôles requis.

Fabricant et fournisseur

Tous les composants du système sont disponibles sur le marché. La conception et l'assemblage ont été réalisés selon les critères établis et selon les exigences, codes et réglementation en matière de plomberie.

INTÉGRATION DES SYSTEMES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE:

Les pages suivantes illustrent la logique de conception du système mécanique de la maison. Celle-ci est constituée de différents modules.

Maison

Nous entendons par là l'espace habitable chauffé et climatisé de la maison, incluant la fenestration extérieure et les gains gratuits dus à l'éclairage, aux appareils électroménagers, etc. (la "maison" exclut espace-serre et garage).

Serre

Désigne le volume tampon non-chauffé, non-climatisé et isolé de la maison, équipé de fenêtres sud-est, sud et sud-ouest.

Pompe à chaleur géothermique (PAC)

Module central de la pompe à chaleur comprenant le compresseur, les deux échangeurs et le ventilateur permettant la chauffage ou la climatisation de pointe de la maison.

Puits

Forage standard de la pompe géothermique dans le sol qui agit comme source froide d'énergie en mode pompe à chaleur, ou comme puits d'évacuation de chaleur en mode climatisation, que l'on exploitera aussi directement en période de désurcharge (refroidissement "gratuit" par le puits).

Stockage thermique

Ce sont les deux réservoirs d'eau de pluie de 5m³ chacun qui permettent:

- 1- La récupération des eaux de pluies pour la consommation d'eau extérieure.
- 2- La récupération de chaleur et le stockage thermique pour les systèmes mécaniques de la Maison Performante:
 - Récupération des surchauffes de la Maison (refroidissement de la Maison par le stockage);
 - Récupération des surchauffes de la serre;
 - Récupération des surplus de chaleur du systèmes solaires actifs (une fois le réservoir solaire à plus de 60°C);
 - Récupération des eaux grises de la Maison;
 - Source d'énergie basse température de la PAC en mode chauffage (mode hiver).

2- PRÉSENTATION DE LA POMPE A CHALEUR GÉOTHERMIQUE:

Une pompe à chaleur géothermique de la compagnie ENERTRAN inc. a été installée à la Maison Performante de l'APCHQ. Le modèle choisi possède les caractéristiques suivantes:

Modèle:	A266WAA (2,7 TR (tonnes de réfrigération))
Débit d'air:	600 l/s (1 250 CFM)
Débit du liquide:	40 l/s (en boucle fermée)
Chauffage:	8.5 kW (29 000 BTU/h) COP=3,1
Climatisation:	9.5 kW (32 000 BTU/h) RF =3,4 (rendement frigorifique)

Le liquide utilisé dans la boucle géothermique est un mélange méthanol-eau à 50%.

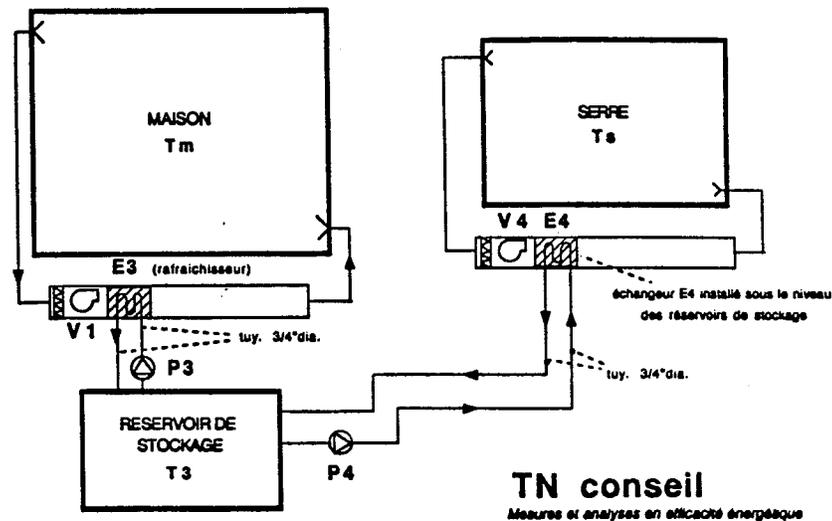
3- STRATÉGIE DE CONTRÔLE DE LA POMPE À CHALEUR ET DES SYSTÈMES COMPLÉMENTAIRES DE CLIMATISATION.

La température intérieure de la maison est mesurée et contrôlée par le système domotique au niveau de la salle à manger. Le contrôle de la pompe à chaleur et des systèmes complémentaires de climatisation est assuré par un contrôle programmable de type PLC comptant 10 points de mesures. Trois systèmes mécaniques interviennent dans la climatisation de la maison et ce, selon des niveaux spécifiques de température intérieure.

On donne dans les pages suivantes les schémas de branchement de ces systèmes dans différents mode de fonctionnement de la pompe à chaleur (PAC). Nous rappelons ces différents modes dans les quatres pages suivant ces schémas (MODE A à D).

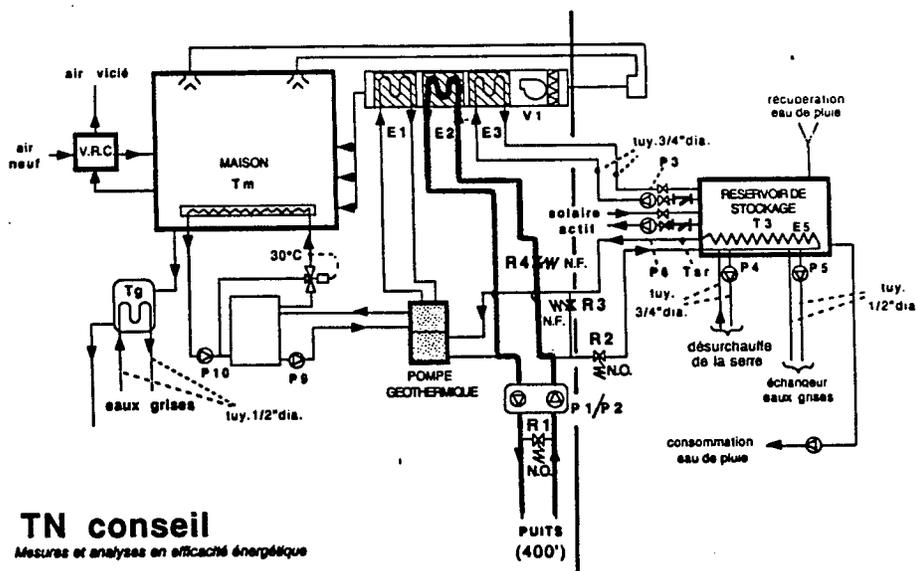
Le premier système de climatisation est activé lorsqu'une demande de rafraîchissement est commandée par le système domotique. La pompe P3 (voir schéma page suivante) est alors activée, poussant l'eau des réservoirs de stockage (ou réservoirs de récupération de l'eau de pluie) à travers l'échangeur E3. Le ventilateur V1, qui fonctionne en continue, souffle l'air de la maison à refroidir à travers cet échangeur. La pompe P3 est désactivée dès que la demande de climatisation est satisfaite ou lorsque la température des réservoirs dépasse environ 20°C. Notez que les réservoirs de stockage sont aussi sollicités pour rafraîchir la serre. En effet, dès que la température de la serre dépasse la température du stockage de 8°C, la pompe P4 et le ventilateur V4 sont activés. Le schéma suivant présente le mode de refroidissement de premier niveau de la maison et de la serre.

SCHÉMA #1: Premier mode de refroidissement (Mode B: désurchauffe)



Le deuxième système de refroidissement est enclenché automatiquement lorsque la température de la maison atteint 25°C. Dans ce cas, les pompes P1 et P2 poussent le mélange eau-éthanol directement du puits vers l'échangeur E2. Non seulement cette méthode de refroidissement permet d'économiser de l'énergie, mais elle permet éventuellement de dégeler le puits tout au long de la période de surchauffe de la maison et ainsi d'améliorer les performances de la pompe à chaleur en mode chauffage. Le schéma suivant illustre le deuxième mode de refroidissement.

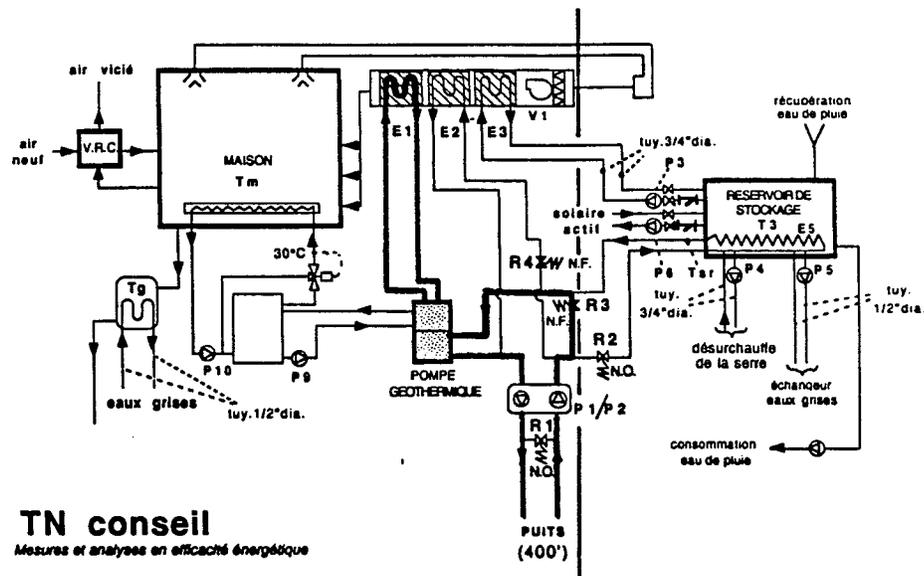
SCHÉMA #2: Deuxième mode de refroidissement (Mode C: refroidissement gratuit d'été)



TN conseil
Mesures et analyses en efficacité énergétique

Dans le cas où la température de la maison atteint malgré tout 27°C, le deuxième système de refroidissement est désactivé et la pompe à chaleur est mise en marche en mode climatisation de pointe. Dans ce mode, la pompe à chaleur utilise exclusivement le puits pour évacuer la chaleur.

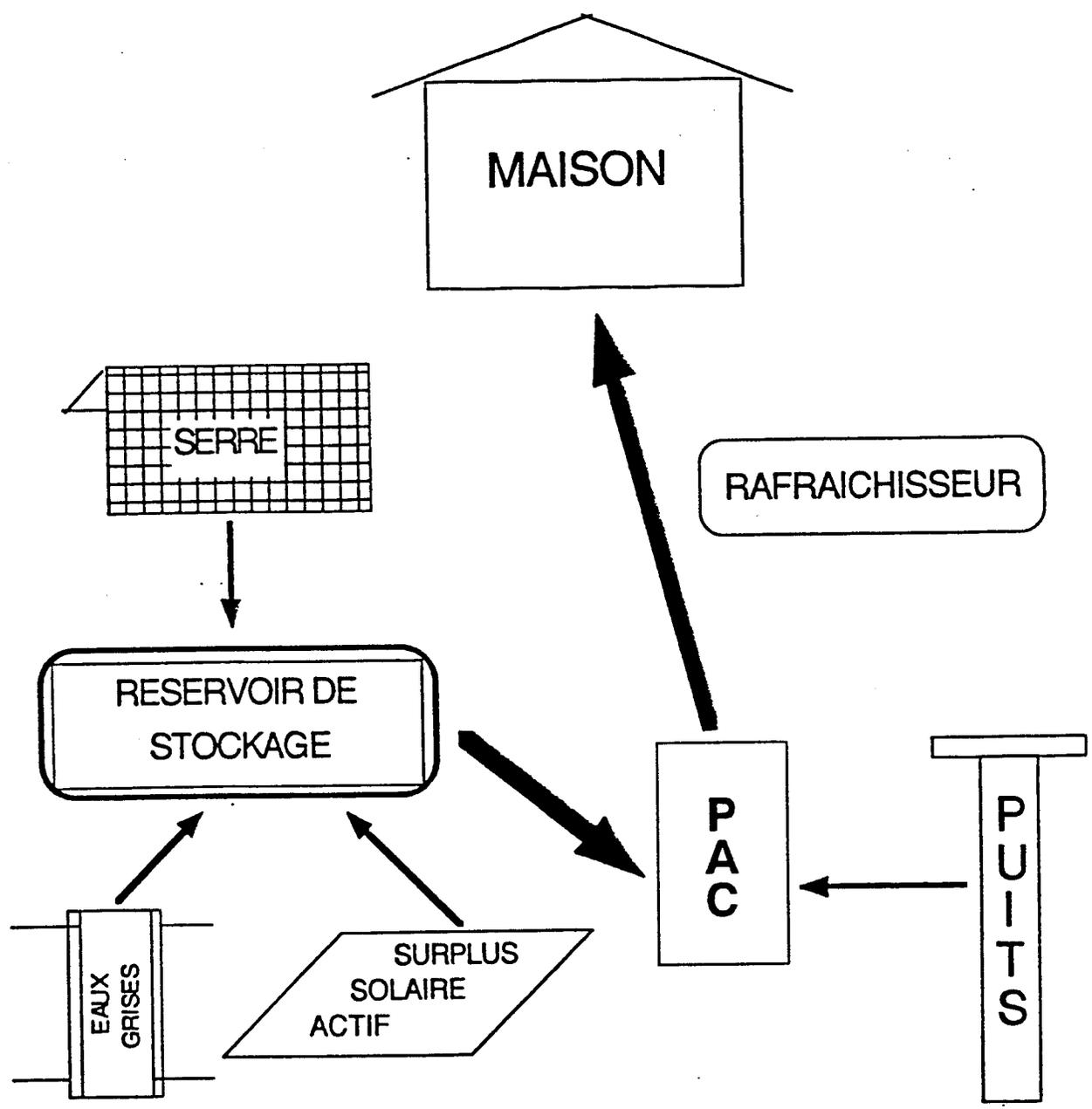
SCHÉMA #3: Troisième mode de refroidissement (Mode D: refroidissement avec la PAC)



La pompe à chaleur est activée en mode chauffage par la domotique dès que la température de consigne de chauffage est atteinte. Dans ce mode, la pompe à chaleur utilise prioritairement le stockage comme source d'énergie à basse température. Si la température du stockage approche 0°C, la pompe à chaleur utilise le puits tel que présenté dans le schéma 3. Le mode chauffage est illustré à la page suivante sous MODE A: Hiver, fonction chauffage.

MODE A: Hiver, fonction chauffage

—— Fonction prioritaire
—— Fonction secondaire



© 1992

TN conseil

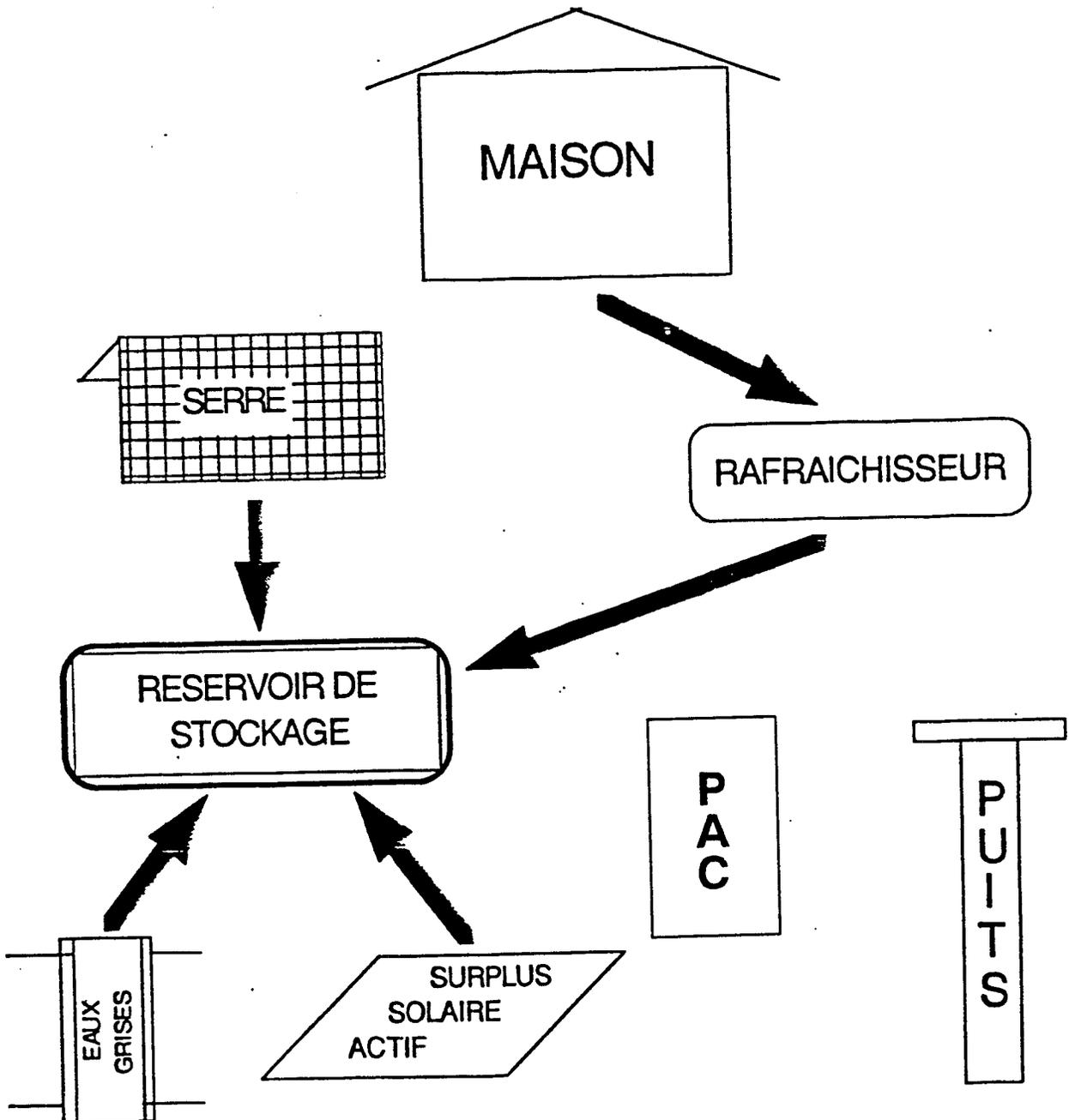
Mesures et analyses en efficacité énergétique

TN conseil, Conseillers en technologie de l'environnement inc.
7744, rue Sherbrooke est, bureau 204
Montréal, Qc, H1L 1A1, Canada

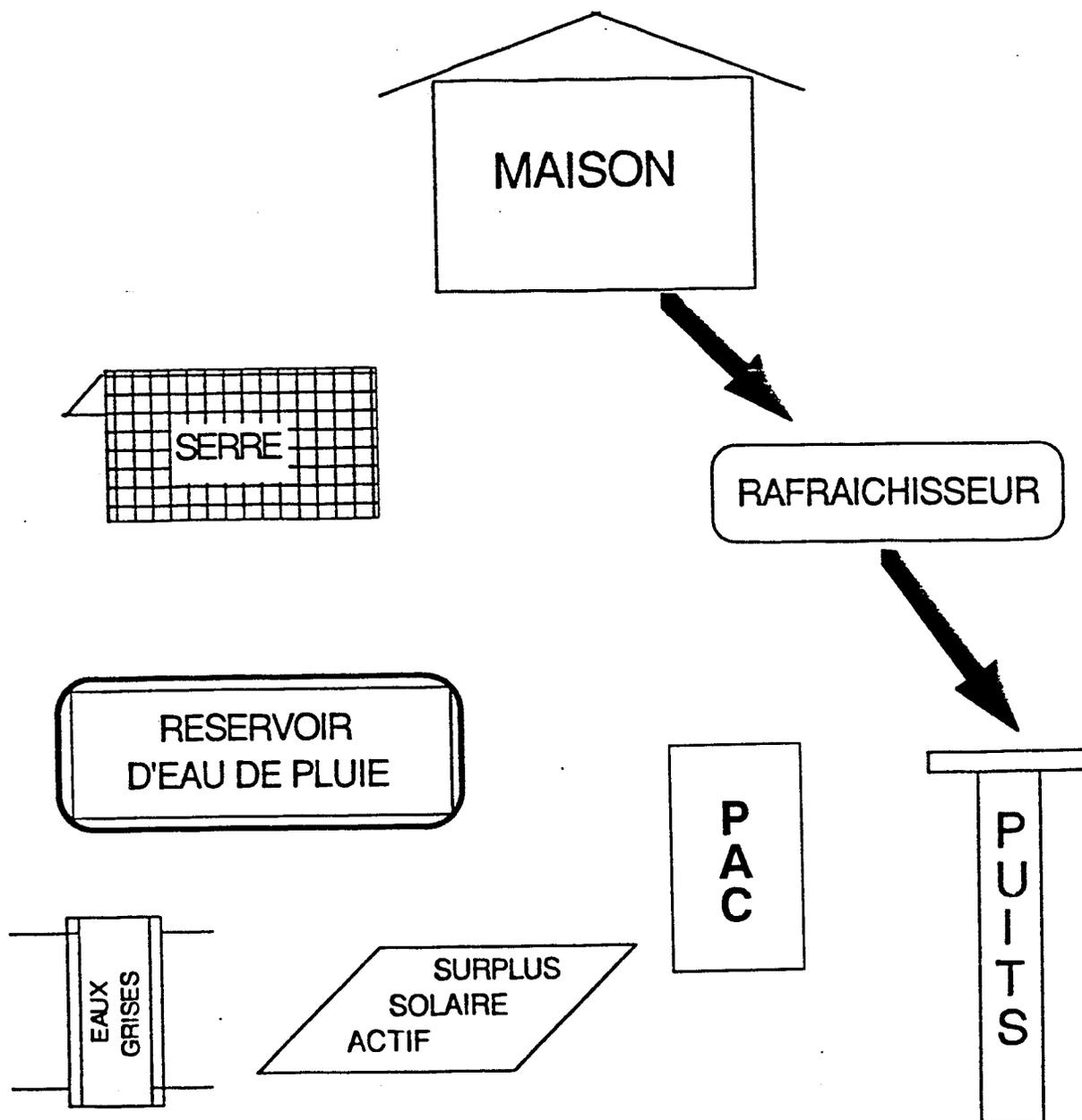
Tel: (514) 352-2400
Fax: (514) 352-2155

MODE B: Hiver, gestion de la surchauffe et récupération d'énergie

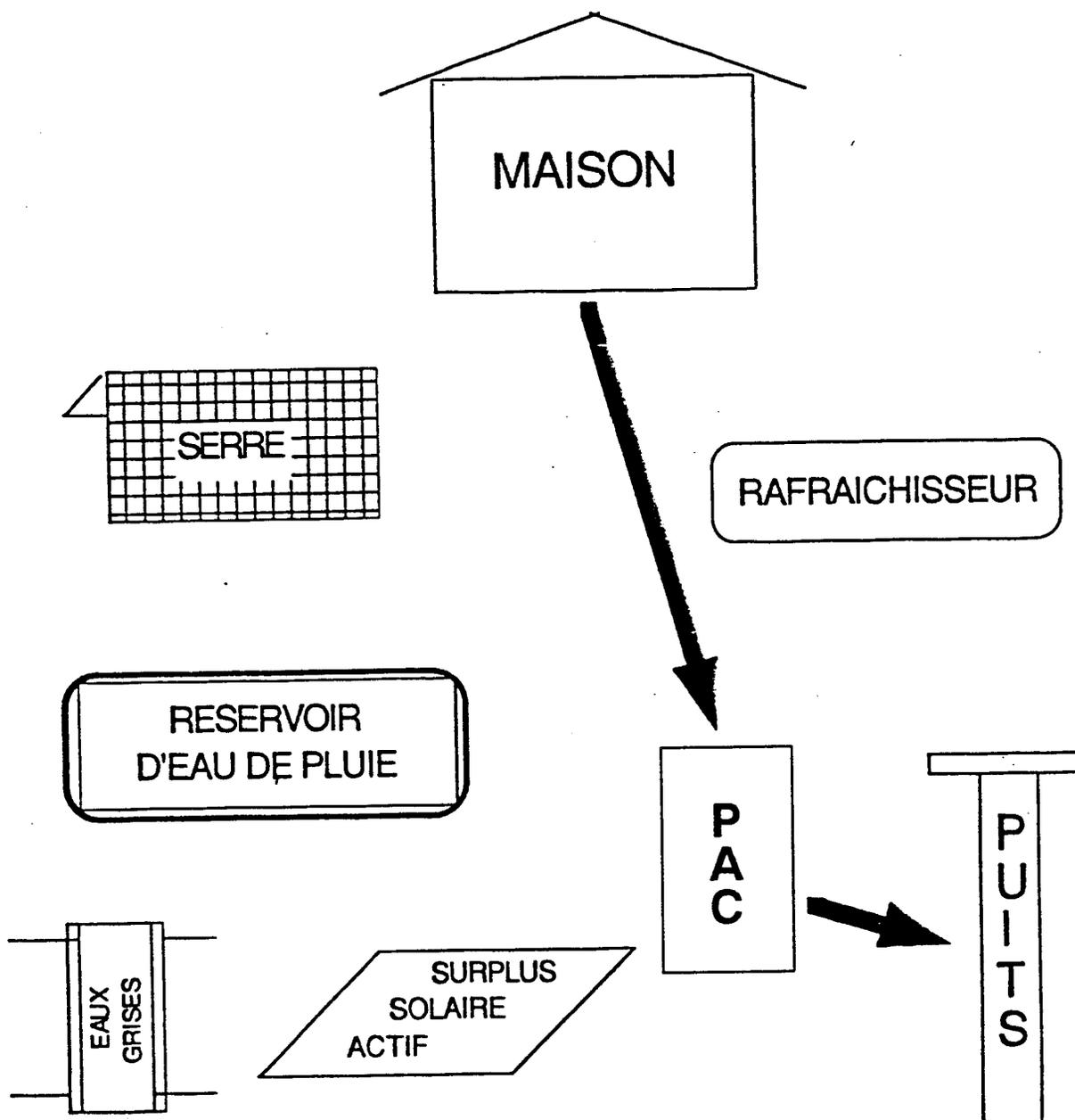
———— Fonction prioritaire
——— Fonction secondaire



MODE C: Été, gestion de la surchauffe (optionnel)



MODE D: Été, climatisation de pointe (optionnel)



4- CONSOMMATION ÉLECTRIQUE DE LA MAISON PERFORMANTE DE L'APCHQ.

4.1- Résultats du monitoring.

La source énergétique de la Maison Performante est 100% électrique. Sa consommation pour une année complète a été de l'ordre de 14 000 kWh (soit 105 kWh/m².an ou 34 kWh/m³.an). La Maison n'était pas occupée pour cette période.

Le tableau présenté à l'annexe #1 montre la consommation électrique globale journalière (colonne #1: EEhse) de la Maison entre le 1/2/94 et le 31/1/95. Pour cette période, la consommation électrique globale de la Maison a été de 13 165 kWh. Il faut par contre noter que le système de monitoring n'a pas fonctionné pendant 22 jours au cours des mois de juin et août 94. Cet arrêt a été provoqué par un visiteur de la maison qui a arrêté un ordinateur. En considérant que l'énergie électrique moyenne consommée au cours de cette période était de l'ordre de 36 kWh/jour (792 kWh pour les 22 jours), on peut estimer que la consommation annuelle enregistrée par le système de monitoring aurait dû être de l'ordre de 13 957 kWh pour une année complète (365 jours d'opération). Cette valeur est confirmée par le compteur d'Hydro-Québec qui donne une consommation globale électrique de 13 970 kWh (cf. tableau #2 sous "GLOBAL").

4.2- Estimation de la consommation de la Maison occupée.

En utilisant les projections de consommation réalisées à partir des logiciels d'analyses énergétiques de bâtiments et la consommation standard d'appareils électriques pour quatre personnes, on peut estimer la consommation approximative qu'aurait eu la Maison si elle avait été occupée pendant la période de monitoring.

Prévisions et consommation réelle de la Maison Performante

Maison inoccupée	Chauffage kWh	Climatisation kWh	Eau chaude kWh	Appareils et éclair. kWh	TOTAL kWh
HOT 2000	2 696	1 187	2 375	4 119	10 377
DOE2	3 358	2 105	1 318	7 752	14 645
Monitoring	3 718	1 577	740	7 935	13 970

La charge de climatisation est supérieure dans DOE2 car le mode de refroidissement gratuit n'a pas été simulé dans ce logiciel. Dans DOE2, la charge de climatisation était assurée par la PAC dès que la température dépassait 25°C. Dans la réalité 100% de la charge de climatisation a été comblée par les deux modes de refroidissement "gratuit", et plus particulièrement par le puits dont la température de consigne était de 25°C. D'après les résultats du monitoring, la consommation électrique des appareils et de l'éclairage totalise 7 935 kWh incluant 2 161 kWh utilisé par le système de monitoring.

On peut estimer la consommation supplémentaire des appareils si la Maison avait été occupée pour une année complète.

Appareils:	
TV	432 kWh
Cuisinière	1 200 kWh
Lave vaisselle	330 kWh
Machine à laver	720 kWh
Sécheuse	960 kWh
Consommation supplémentaire:	
Eau chaude	600 kWh (système solaire actif ≈ 60% de la charge)
Réfrigérateur	200 kWh
<hr/>	
TOTAL	4 442 kWh

Dans des conditions normales d'utilisation et d'occupation, la consommation électrique supplémentaire serait donc de 4 442 kWh. Or, à lui seul, le système d'acquisition de données a consommé 2 161 kWh dans l'année. Cette consommation sera remplacée par les consommations normales des électroménagers, ce qui fait que le surplus net serait seulement de 2 281 kWh.

Impact sur la demande électrique pour le chauffage

Sur l'année, on peut estimer que la moitié de cette valeur contribue au chauffage de la maison, soit 1 140 kWh. Pour estimer la diminution de consommation électrique de la pompe à chaleur qui n'aurait pas eu à fournir cette charge, on doit tenir compte de son COP de 2.6, soit une diminution de la charge électrique de 440 kWh. La consommation électrique pour le chauffage passerait donc de 3 728 kWh à 3 278 kWh.

Impact sur la demande électrique pour la désurchauffe ou la climatisation

En été, une partie, estimée à 1/3, des activités dues à l'occupation augmentent les charges de climatisation. Comme le système de refroidissement par le puits a un rendement de 5.5¹, cela signifie une consommation supplémentaire de l'ordre de 138 kWh, faisant grimper la consommation due à la climatisation de 1 577 kWh à 1 715 kWh.

Augmentation de la consommation d'eau chaude

On tient compte du fait qu'en moyenne, 60% des besoins seront couverts par le préchauffage solaire. Des besoins de 3 300 kWh devraient faire grimper la demande électrique de 600 kWh.

Augmentation de consommation des appareils et de l'éclairage

Il s'agit du complément pour atteindre le surplus net cité plus haut, soit 2 281 kWh moins la demande pour l'eau chaude, ou 1 681 kWh.

Estimation de la consommation électrique de la Maison Performante occupée

Maison occupée	Chauffage kWh	Climatisation kWh	Eau chaude kWh	Appareils et éclair. kWh	TOTAL kWh
Monitoring	3 718	1 577	740	7 935	13 970
Estimation	-440	+138	+600	+1 681	1 979
TOTAL	3 278	1 715	1 340	9 616	15 949

La consommation globale de la Maison Performante devrait donc grimper à 16 000 kWh soit 2 000 kWh de plus que le niveau actuel.

1- La Maison Performante de l'APCHQ, volet monitoring, Présentation des systèmes de climatisation, Résultats de monitoring des systèmes de climatisation pour mai, juin et août 1994, le 27 septembre 1994.

5- RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION MESURÉE SELON LES POSTES D'UTILISATION.

Le tableau présenté à l'annexe #1 montre la consommation électrique journalière (colonnes #2 à 14) de chacun des postes d'utilisation de l'énergie de la Maison entre le 1/2/94 et le 31/1/95 tel que mesuré par le système de monitoring.

Le tableau suivant fait le bilan annuel de la consommation électrique de chaque poste d'utilisation de l'énergie.

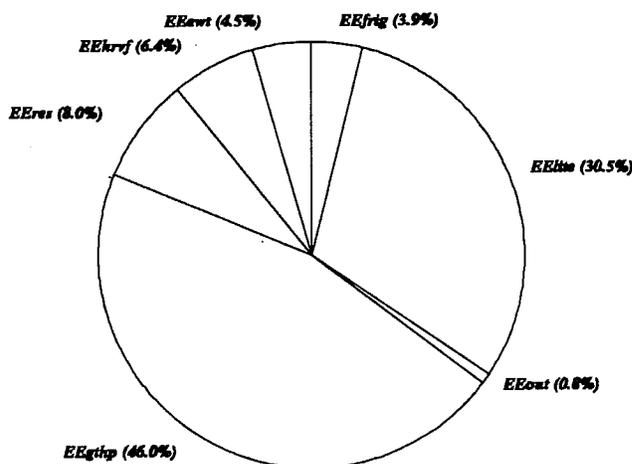
TABLEAU #1: Consommation électrique selon les postes d'utilisation mesurée par le système de monitoring (en kWh).

POSTE	DESCRIPTION	CONSOMMATION (kWh)	%
EEstve	Cuisinière	1.5	0
EEfrig	Réfrigérateur	422	3.9
EEdish	Lave vaisselle	0	0
EEwas h	Lave linge	0	0
EEdryr	Sécheuse à linge	0	0
EElite	Prises et lumières intérieures	3 323	30. 5
EEout	Prises et lumières extérieures	91	0.8
EEctnp	Pompe d'eau de pluie pour l'arrosage extérieur	0	0
EEgthp	Pompe à chaleur géothermique (incluant son ventilateur et ses pompes)	5 000	46. 0
EEres	Autres pompes et ventilateur	866	8.0
EEhrvf	VRC (vent. récup. de chaleur)	693	6.4
EEewt	Chauffage de l'eau domestique	486	4.5
EErgf	Hotte de cuisine	0	0
EEhse	Global de la Maison ²	13165 kWh ¹	100

1- Égale à EEhse non corrigé.

2- Mesuré par le système d'acquisition de données

FIGURE #1: Répartition de la consommation selon les postes d'utilisation.



La pompe à chaleur consomme le plus d'énergie avec 46% du total, suivi de l'éclairage intérieur avec près de 31%. Notez que l'éclairage intérieur, tout comme l'éclairage extérieur, était activé par le système domotique selon un profil standard d'utilisation. La consommation de l'éclairage extérieur est faible car les projecteurs ont été enlevés à partir du 1er juin 94.

La consommation en eau chaude domestique qui représente 4.5% de la consommation électrique globale, correspond aux pertes de chaleur du réservoir en attente, de l'ordre de 60 W en continu.

Le tableau #2 montre la consommation électrique mensuelle de l'énergie de la Maison Performante. Ces valeurs ont été mesurées par les compteurs électriques installés dans la maison pour les besoins du monitoring.

TABLEAU #2: Consommation mensuelle des postes de consommation mesurée par les compteurs.

MOIS	écl. int.	écl. ext.	réfrig.	pompes	VRC	eau ch.	PAC tot.	PAC comp.	PAC vent.	GLOBAL
2	298	20	30	76	0	60	490	190	230	1190
3	366	24	35	100	0	60	210	90	95	1050
4	344	23	35	72	50	70	305	20	245	1100
5	272	24	40	79	80	60	335	20	250	1000
6	220	0	50	65	90	60	405	0	275	1220
7	132	0	45	31	75	55	420	0	215	900
8	274	0	45	23	80	55	420	0	250	1060
9	326	0	45	50	80	60	360	0	255	1070
10	336	0	35	38	70	50	290	0	235	970
11	422	0	35	40	85	60	430	110	260	1230
12	396	0	35	79	75	70	810	410	280	1620
1	296	0	30	128	75	80	820	420	255	1560
TOT	3682	91	460	781	760	740	5295	1260	2845	13970

La consommation globale de la Maison, mesurée par le compteur d'Hydro-Québec, est de 13 970 kWh du début février 94 à la fin janvier 95. Le ventilateur de la pompe à chaleur n'a pas fonctionné en mode continu pendant le mois de mars. Le sélecteur du mode de fonctionnement du ventilateur avait été mis en mode intermittent (commandé par le chauffage ou la climatisation). Cette situation a été corrigée vers la fin mars. Le compresseur de la pompe à chaleur (PAC) n'a pas fonctionné de juin à octobre inclusivement, ce qui montre que la climatisation de pointe n'a pas été sollicitée au cours de l'été. Les projecteurs de l'éclairage extérieur ont été enlevés le 1er juin 94.

On remarque un écart non négligeable lorsque l'on compare les lectures du compteur "pompes" et du compteur "eau ch." avec l'enregistrement du programme COPILOT (système de monitoring: voir tableau 1). Aucune erreur n'avait été enregistrée lors de la calibration des compteurs au début du monitoring. Nous expliquons ces écarts par des charges mesurées très faibles ou très espacées dans le temps, amplifiant l'erreur produite par une dérive des intégrateurs d'impulsions.

6- CHAUFFAGE DE LA MAISON PERFORMANTE (HIVER 94-95).

6.1- Contribution des différentes sources de chauffage.

Le chauffage de la Maison est assuré par les gains solaires, les gains internes et par le système de chauffage. Le système de chauffage comprend une pompe à chaleur (PAC) géothermique d'une puissance de 29 000 BTU. La PAC puise son énergie d'un puits ou de deux réservoirs de récupération de l'eau de pluie (*de stockage thermique l'hiver*) totalisant un volume de 10 m³. Le monitoring d'hiver de la Maison Performante, du 1/2/94 au 30/4/94, et du 1/9/94 au 31/1/94, nous a permis de déterminer avec précision la valeur des gains internes et du chauffage de la Maison.

Ces valeurs ont été tirées à partir des résultats du monitoring présenté à l'annexe #2. Le tableau montre entre autres, la contribution journalière des différentes sources d'énergie au chauffage de la Maison Performante ainsi que les paramètres utilisés pour déterminer les gains internes de la Maison. Le tableau suivant présente ces résultats pour la période de chauffage.

TABLEAU #3: Valeurs utilisées pour déterminer le chauffage et les gains internes de la Maison Performante .

POSTE	DESCRIPTION	CONSOMMATION (kWh)
Ehst	PAC mode chauffage utilisation du stockage	2 313
Ehgl	PAC mode chauffage utilisation du puits	368
EEgtbk	PAC appoint électrique	33
EEgthp	PAC consommation électrique totale	3 718
EEhse	Consommation électrique totale	9 782
EEout	Lumières extérieures	67

$$\begin{aligned} \text{Chauffage} &= \text{Ehst} + \text{Ehgl} + \text{EEgtbk} + \text{EEgthp} \\ &= 6\,432 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gains int} &= \text{EEhse} - \text{EEgthp} - \text{EEout} \\ &= 5\,997 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Puisqu'il n'était pas possible de mesurer directement les gains solaires de la Maison, nous avons estimé ces valeurs à partir des résultats présentés dans le tableau précédent en procédant comme suit.

La demande totale de chauffage de la Maison est proportionnelle à son coefficient global de perte chaleur (U) multiplié par la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur. La valeur théorique de U a été estimé à 145 W/°C. Pour valider cette valeur de U, nous avons estimé à partir des résultats du monitoring, la demande totale de chauffage (syst. chauffage + gains internes) **pour des journées d'hiver sans soleil.**

À partir de la relation,

$$\text{Demande chauff. (Wh/j)} = U \text{ (W/°C)} \times 24 \text{ (h/j)} \times [\text{T}_{\text{ext}} - \text{T}_{\text{int}}] \text{ (°C)}$$

et,

$$\text{Demande chauff. (Wh/j)} = \text{Syst. chauff. (Wh/j)} + \text{Gains intern. (Wh/j)} + (\text{Gains solaires} = 0)$$

nous avons estimé que la valeur du U moyen journalier réel de la Maison était de l'ordre de 150 W/°C.

À partir de la relation,

$$\text{Demande chauff.} = \text{Syst. chauff.} + \text{Gains intern.} + \text{Gains solaires}$$

nous avons estimé la valeur journalière des gains solaires. En comparant ces valeurs à l'énergie solaire incidente sur la fenestration sud, sud est et sud ouest, on obtient un coefficient d'ombrage effectif de l'ordre de 40%, ce qui correspond au coefficient utilisé lors des simulations avec le logiciel DOE-2.

Le tableau suivant présente la contribution des différentes sources de chauffage de la Maison Performante pour une année complète d'opération (notez que la Maison était toujours inoccupée pour cette période).

TABLEAU #4: Répartition des sources de chauffage.

SOURCE DE CHAUFFAGE	Énergie (kWh)	%
Système chauffage	6 432	37.2
Gains internes	5 997	34.6
Gains solaires	4 882	28.2
Charge totale de chauffage	17 311	100

Connaissant la charge totale de chauffage de la Maison ainsi que les degrés jours d'une année normale de chauffage pour la région de Montréal, soit 4 600 D-J proche de la valeur pour 1994, 4649.5 D-J, on peut réévaluer le coefficient global de déperditions thermiques de la maison par l'équation suivante:

$$\text{Demande de chauffe (kWh)} = U \text{ (W/°C)} \times 24 \text{ (h/j)} \times \text{D-J} \times 1/1000 \text{ (kW/W)}$$

soit:

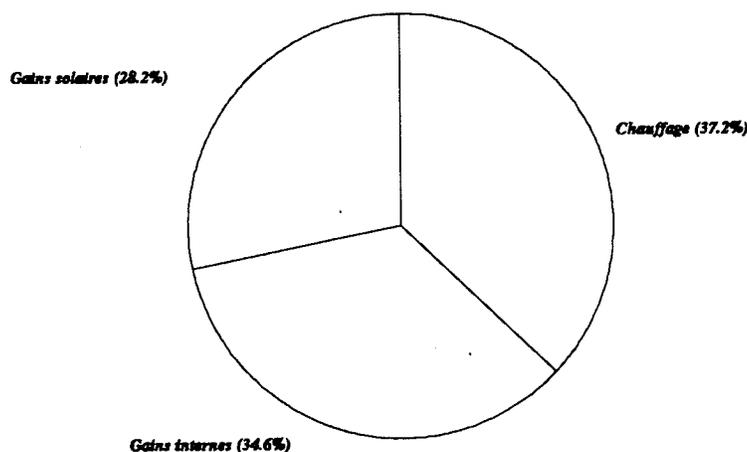
$$U \text{ (W/°C)} = 17\,311 \text{ kWh} / [24 \text{ (h/j)} \times 4\,600 \text{ (j.°C)} \times 1/1000 \text{ (kW/W)}]$$

qui donne

$$U = 156 \text{ W/°C}$$

et confirme bien la valeur de 150 W/°C donnée par notre estimé sur les mesures de journées sans soleil.

FIGURE #2: Répartition des contributions des sources de chauffage.



On peut donc constater que la contribution des trois sources de chaleur de la Maison Performante est à peu près du même ordre de grandeur, ce qui est souvent le cas pour des maisons solaires passives*.

(*) Passive Solar Potential in Canada: 1990-2010, Énergie, Mines et Ressources, Canada)

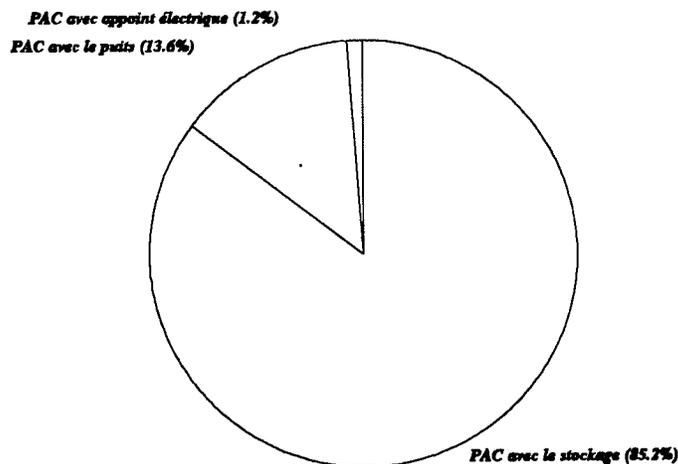
6.2- Contribution des sources d'énergie de la pompe à chaleur en mode chauffage.

La PAC en mode automatique de chauffage, puise son énergie dans les deux réservoirs de stockage (10 m³). Si la température des réservoirs est trop basse, la PAC utilisera le puits comme source de chaleur. Un appoint électrique est activé si la demande de chauffage n'est pas comblée, et ce, que ce soit en mode de chauffage par le stockage ou par le puits. Le tableau suivant montre la contribution thermique des sources d'énergie mises à la disposition de la PAC.

TABLEAU #5: Contribution des sources d'énergie de la PAC.

SOURCE D'ÉNERGIE	Énergie (kWh)	%
PAC avec le stockage	2 313	85.6
PAC avec le puits	368	13.6
Appoint électrique	33	1.2
Charge totale de chauffage	2 714	100

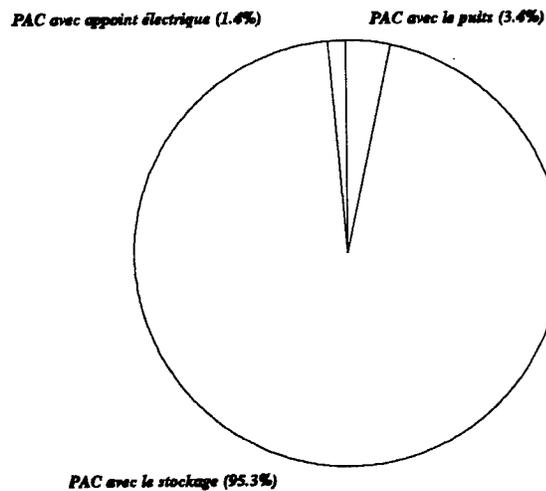
FIGURE #3: Répartition de la contribution des sources d'énergie de la PAC pour une année complète en mode de fonctionnement manuel et automatique.



La PAC était en mode de fonctionnement manuel, "*utilisation du puits*", entre le 1/2/94 et le 15/2/94 (15 jours). Au cours de cette période, la PAC a puisé 286 kWh d'énergie dans le puits. C'est ce qui explique l'utilisation relativement importante du puits par la PAC en mode chauffage pour une année complète de fonctionnement.

Pendant la période de fonctionnement de la PAC en mode chauffage automatique (350 jours), soit du 15/2/94 au 31/1/95, la PAC n'a puisé seulement que 82 kWh d'énergie dans le puits.

FIGURE #4: Répartition de la contribution des sources de chauffage de la PAC en mode de fonctionnement automatique.



7- CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTES SOURCES DE CLIMATISATION (ÉTÉ 94).

Trois systèmes mécaniques interviennent dans la climatisation de la maison et ce, selon des niveaux de températures intérieures spécifiques.

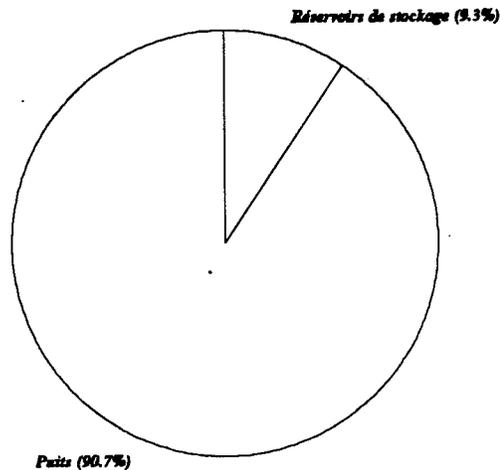
Le premier système de climatisation (*directement par les réservoirs de stockage*) est activé lorsqu'une demande de rafraîchissement est commandée par le système domotique ($T_{int} > 22$ à 22°C). Le premier système arrête lorsque la demande est satisfaite ou lorsque la température des réservoirs de stockage dépasse 19°C . Le deuxième système de climatisation (*directement par le puits*) est enclenché automatiquement lorsque la température de la Maison atteint 25°C . Si la température atteint malgré tout 27°C , le deuxième système de refroidissement est désactivé et la pompe à chaleur (PAC) est mise en mode climatisation de pointe (2,7 tonnes de réfrigération). Dans ce mode, la PAC utilise exclusivement le puits pour évacuer la chaleur.

Le tableau suivant montre la contribution des différentes sources de froid à la climatisation de la Maison Performante au cours de l'été 1994, entre le 1/5/94 et le 31/8/94.

TABLEAU #6: Contribution des sources de climatisation.

SOURCE DE CLIMATISATION	Énergie (kWh)	%
1- Réservoirs de stockage (réfr. gratuit)	235	9.3
2- Puits (réfr. gratuit)	2 281	90.7
3- PAC mode climatisation	0	0
Charge totale de climatisation	2 516	100

FIGURE #5: Répartition des contributions des sources de climatisation.



La PAC n'a pas fonctionné en mode de climatisation de pointe au cours de tout l'été (on ne tient du test de fonctionnement de la PAC dans ce mode réalisé le 26 mai 94).

Le système de refroidissement gratuit par le stockage n'a plus fonctionné de l'été à partir du 1er juillet car la température des réservoirs était supérieure à 20°C pour cette période.

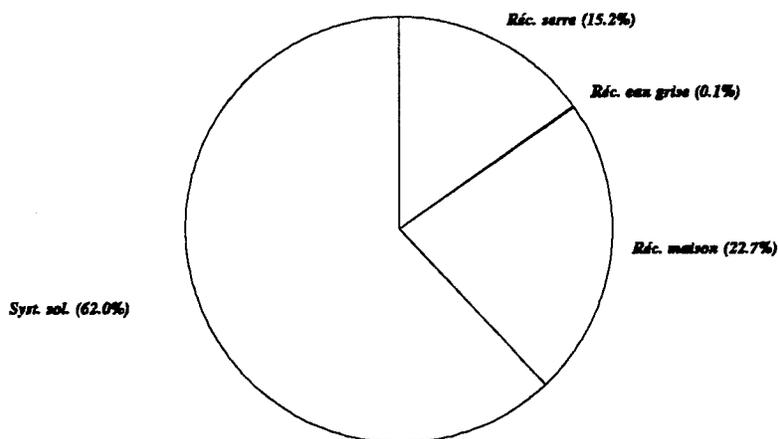
Le système de refroidissement gratuit par le puits a donc comblé, à lui seul, 100% des besoins de climatisation de la Maison pour pratiquement tout l'été.

8- CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE RÉCUPÉRATION.

TABLEAU #7: Contribution des systèmes de récupération pour l'été (1/5/94 au 31/8/94).

SYSTEME DE RÉCUPÉRATION	Énergie (kWh)	%
1- Maison vers stockage	235	22.7
2- Serre vers stockage	157	15.2
3- Eaux grises vers stockage	1	0.1
4- Syst. solaire vers stockage	640	62.0
Récupération totale	1 033	100
Consom. élect. des syst. de réc.	214	COP 5.8

FIGURE #6: Répartition de la contribution des systèmes de récupération pour l'été.



Les systèmes de récupération "Serre vers stockage" et "Syst. solaire vers stockage" n'ont pas fonctionné pendant le mois de juin, contrairement au système "Réc. maison".

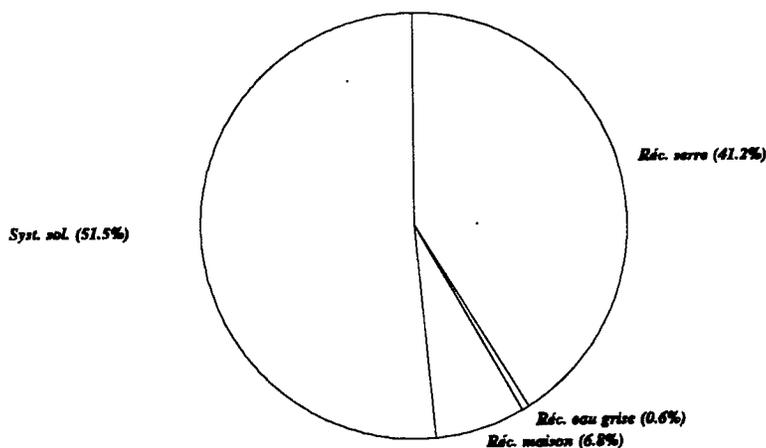
La contribution des eaux grises est pratiquement nulle car la consommation en eau chaude est négligeable pour l'année (la Maison est restée inoccupée pour toute la période du monitoring).

TABLEAU #8: Contribution des systèmes de récupération pour l'hiver
(1/2/94 au 30/4/94 et 1/9/94 au 31/1/95).

SYSTEME DE RÉCUPÉRATION	Énergie (kWh)	%
1- Maison vers stockage	105	6.8
2- Serre vers stockage	638	41.2
3- Eaux grises vers stockage	9	0.6
4- Syst. solaire vers stockage	797	51.4
Récupération totale	1 549	100
Consom. élect. des syst. de réc. ¹	344	COP 5.5

- 1- Pour calculer le COP des système de récupération *sans la contribution du plancher radiant*, nous avons la consommation électrique de cette pompe.

FIGURE #7: Répartition de la contribution des systèmes de récupération pour l'hiver.

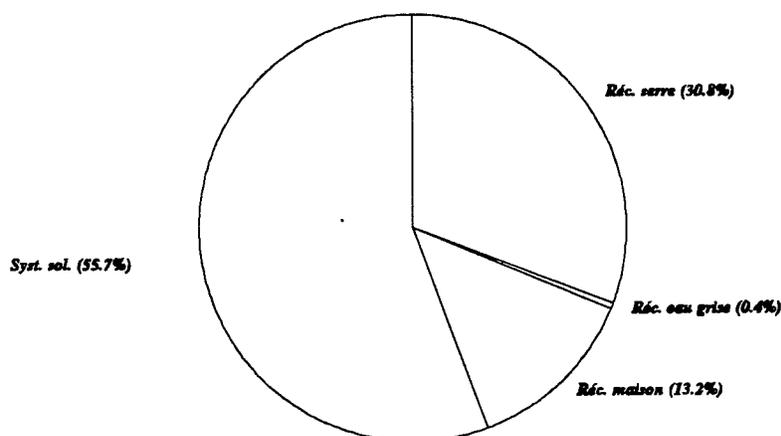


On remarque que la surchauffe d'hiver de la Maison (105 kWh) n'est pas importante même s'il s'agit d'une maison solaire passive. Ceci s'explique en partie par le fait que le système de ventilation distribue uniformément les gains solaires à travers toute la Maison, évitant ainsi des surchauffes localisées.

TABLEAU #9: Contribution des systèmes de récupération pour une année complète (1/2/94 au 31/1/95).

SYSTEME DE RÉCUPÉRATION	Énergie (kWh)	%
1- Maison vers stockage	339	13.2
2- Serre vers stockage	794	30.8
3- Eaux grises vers stockage	10	0.4
4- Syst. solaire vers stockage	1 437	55.7
Récupération totale	2 580	100
Consom. élect. des syst. de réc.	558	COP 5.6

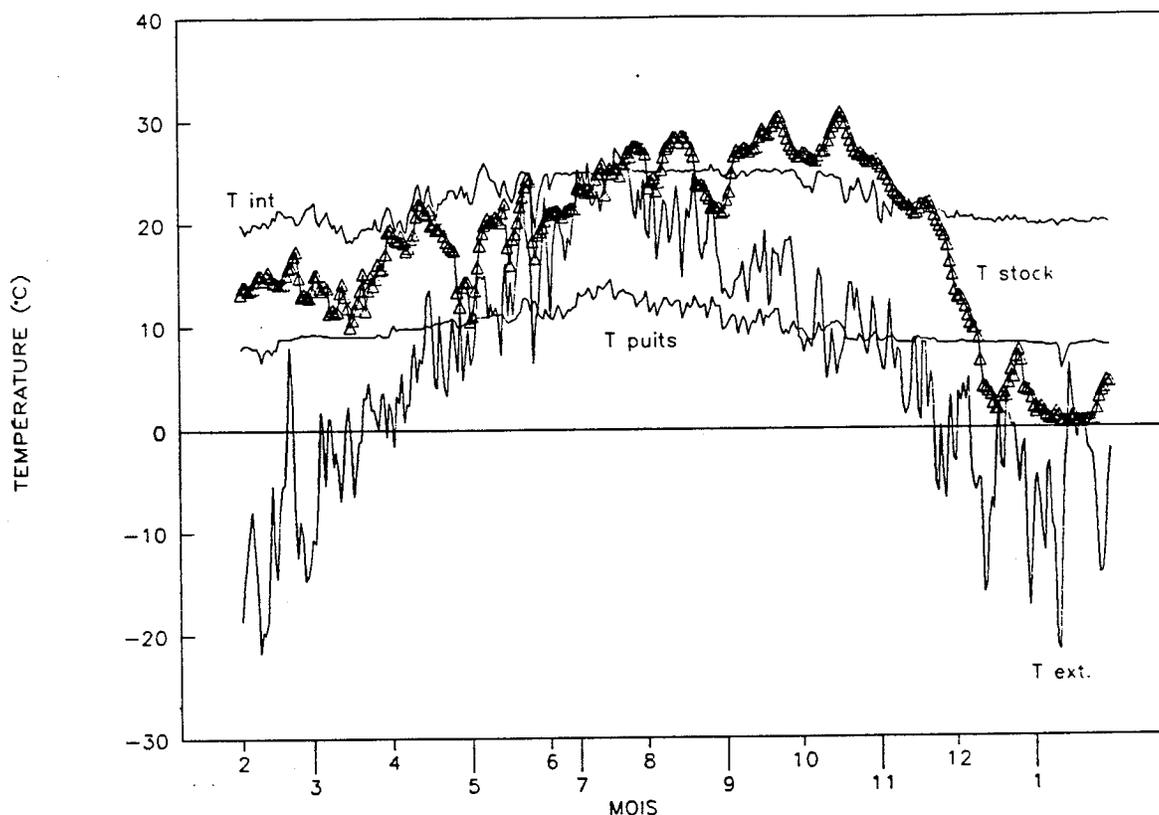
FIGURE #8: Répartition de la contribution des systèmes de récupération pour une année complète.



9- VARIATION DE LA TEMPÉRATURE DU STOCKAGE AU COURS DE L'ANNÉE.

Nous avons montré dans le chapitre 3 que la PAC en mode chauffage automatique n'a puisé que 3,4% de son énergie dans le puits. Rappelons que cette situation ne survient que lorsque la température du stockage approche 0°C. La figure suivante montre la variation de la température moyenne journalière du stockage (T_{stock}) pour l'année, en fonction de la température du puits (T_{puits}), de la température intérieure de la Maison (T_{int}) et de la température extérieure (T_{ext}).

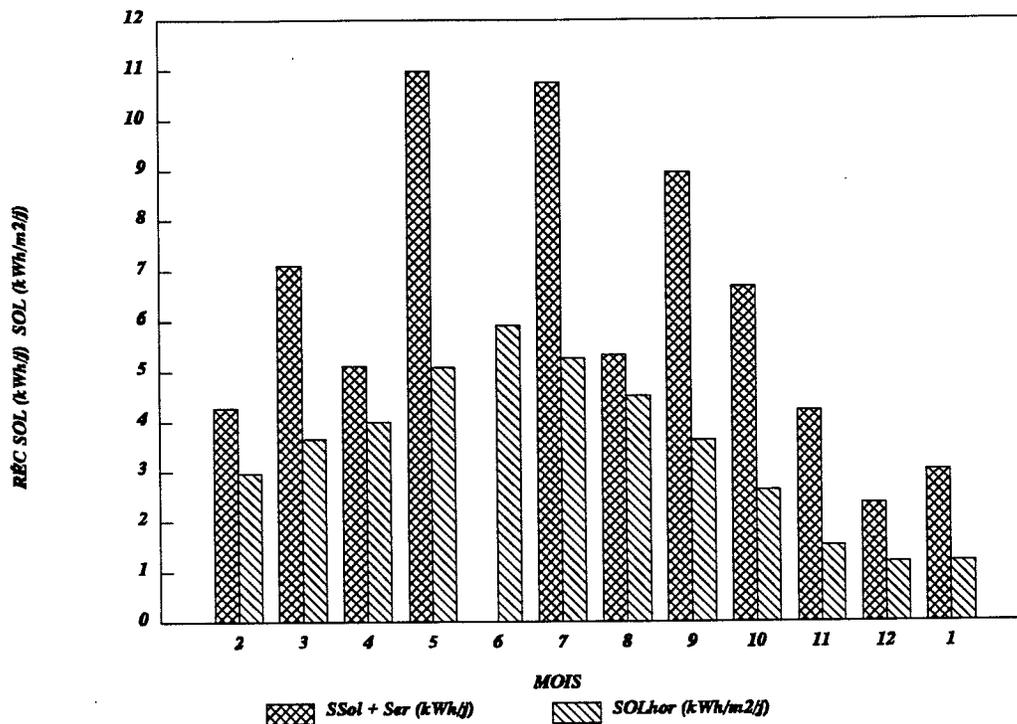
FIGURE #9: Température moyenne journalière du stockage et du puits.



La température du stockage n'approche 0°C qu'en janvier 95 seulement (courbe T_{stock} (Δ)). Le stockage a effectivement manqué d'énergie pendant quatre jours au cours de ce mois (11, 12, 13 et 14 janvier). Par contre la PAC n'y a puisé que 82 kWh d'énergie pendant cette courte période. On peut d'ailleurs remarquer la baisse de température du puits sur la figure (courbe T_{puits}) pour ces 4 jours.

On peut expliquer la carence en énergie dans le stockage pour les 4 jours de janvier par l'ensoleillement exceptionnellement faible des mois de novembre, décembre et janvier. D'après la figure #10, l'ensoleillement moyen journalier n'est que légèrement supérieur à 1 kWh/m² pour cette période (SOLhor). On peut voir l'effet de l'ensoleillement sur la contribution énergétique moyenne journalière de la serre et du système solaire (SSol+Ser) vers le stockage.

FIGURE #10: Contribution énergétique moyenne journalière de la serre et du système solaire.



Comme on peut le constater sur le graphique, le système solaire et le système de récupération de chaleur de la serre n'ont pas contribué au chauffage du stockage au cours du mois de juin.

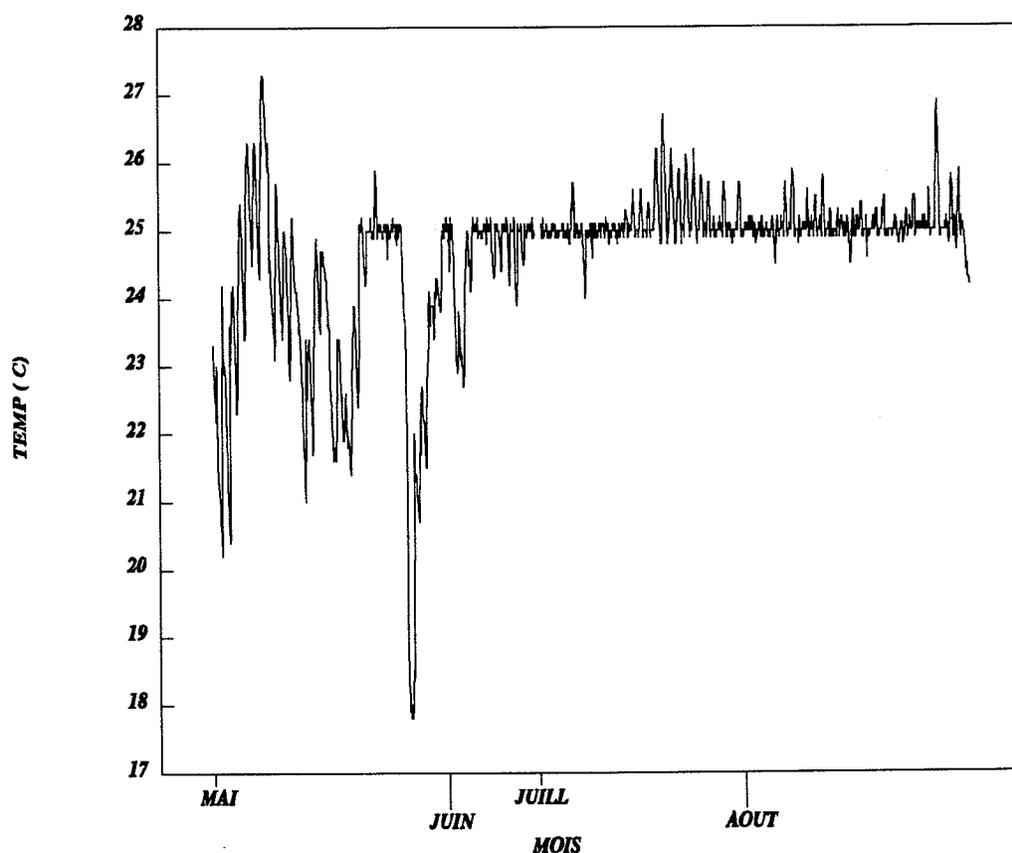
10- ÉVALUATION DU CONFORT DE LA MAISON PERFORMANTE.

Puisque les maisons solaires ont la réputation d'être plutôt inconfortable à cause des brusques changements de température qu'elles subissent au cours de journées ensoleillées, nous avons vérifié l'évolution de la température intérieure de la Maison au cours de l'année.

10.1- Variation de la température de la Maison pour la saison estivale.

La figure 11 montre la température horaire, mesurée dans la gaine de retour du système de ventilation de la Maison Performante, pour la saison estivale.

FIGURE #11: Température horaire de la Maison pour la saison estivale.



MAI:

Les deux modes de climatisation "gratuite" n'ont été mis en opération qu'à partir du 21/5/94. C'est ce qui explique les trois légères pointes de température enregistrées au début du mois. On a enregistré deux pointes de 26.3°C le 5 et le 6 mai 94 vers 16:00 heure et une autre de 27.3°C le 7 mai vers 17:00 heure. Compte tenu de la charge de climatisation pour cette période, ces légères pointes de température auraient été facilement effacées par l'un ou l'autre des deux modes de climatisation "free cooling", soit par la désurchauffe de la Maison par le stockage ou le refroidissement gratuit par le puits.

La pompe à chaleur (PAC) a été mise en mode manuel de climatisation de pointe de 13:00 heure le 26 mai 94 à 13:00 heure le lendemain afin de vérifier son fonctionnement. C'est ce qui explique la chute de température à 17.8°C enregistrée à 5:00 heure le 27 mai. La PAC a été mise en mode automatique de climatisation de pointe dans la soirée du 27 mai 94.

JUIN - JUILLET:

Bien qu'il manque 22 jours de monitoring pour les mois de juin et juillet sur la figure (le système d'acquisition de données n'a pas fonctionné entre le 13 juin et le 4 juillet par suite de sa mise hors fonction lors d'une visite de l'agent chargé de la vente de la Maison) on remarque que la température intérieure de la Maison est très stable et oscille autour de 25°C. Cela s'explique par le fait que le refroidissement gratuit par le puits est activé à partir de 25°C. Ce mode de climatisation est activé tout au long de la période de climatisation.

Les légères baisses de température enregistrées pour le mois de juin montre, entre autres, l'effet du mode de désurchauffe de la Maison par le stockage. Ce mode est activé lorsque la température de la Maison dépasse environ 22°C. On remarque aussi, pour le mois de juin, que la combinaison des deux modes de climatisation gratuite est suffisante pour maintenir la température à ou sous 25°C. On peut donc conclure que la puissance combinée des deux modes de climatisation gratuite est supérieure à la charge de climatisation de juin.

La désurchauffe de la Maison par le stockage a été désactivée du 1er juillet au 31 août 94. On remarque que pour cette période la puissance du système de désurchauffe par le puits n'était pas suffisante, à elle seule, pour maintenir la Maison à 25°C (la figure montre des pointes de température allant jusqu'à près de 27°C). Par contre, ce mode de refroidissement a suffi pour maintenir la Maison à moins de 27°C, température à partir de laquelle la PAC est activée en mode de climatisation de pointe.

La lecture des compteurs confirme que la PAC n'a pas fonctionné en mode de climatisation de pointe et plus particulièrement entre le 13 juin et le 4 juillet où le système de monitoring a été mis accidentellement hors fonction (*voir le tableau #2*).

PUISSANCE DES SYSTEMES DE REFROIDISSEMENT "GRATUIT":

La puissance frigorifique du système de désurchauffe par le puits est de l'ordre de 2.3 kW. Cette puissance est relativement constante car la température du puits reste stable aux environs de 10 à 15°C pendant la période de climatisation.

Temp. puits en mai:	10 à 11°C
Temp. puits en juin:	11 à 12°C
Temp. puits en juillet:	12 à 15°C
Temp. puits en août:	14 à 12°C

La puissance du système de désurchauffe de la Maison par le stockage varie en fonction de la température du stockage. Par exemple, au mois de mars sa puissance moyenne mesurée est de l'ordre de 1.7 kW sous les conditions suivantes:

Temp. du stockage:	14°C
Temp. de la Maison:	21 à 22°C

Au mois de juin la puissance mesurée descend à 1.0 kW, sous les conditions suivantes:

Temp. du stockage:	20°C
Temp. de la Maison:	24 à 25°C

Comme on peut le constater la puissance du système est proportionnelle au delta-T entre le stockage et la Maison.

La puissance du système de refroidissement par le puits est suffisante pour assurer le confort des occupants dans le cas où ces derniers acceptent des pointes de surchauffe temporaire de moins de 27°C. Si ces derniers n'acceptent pas des températures de pointe temporaire de plus de 25°C, la PAC en mode climatisation fournira l'énergie requise pour combler la charge supplémentaire.

Notez que la température maximum atteinte dans le retour d'air de la Maison a été de 26.7°C le 27 juillet 94 à 15:00 heure alors que la température extérieure enregistrée par le système de monitoring était de 37.7°C.

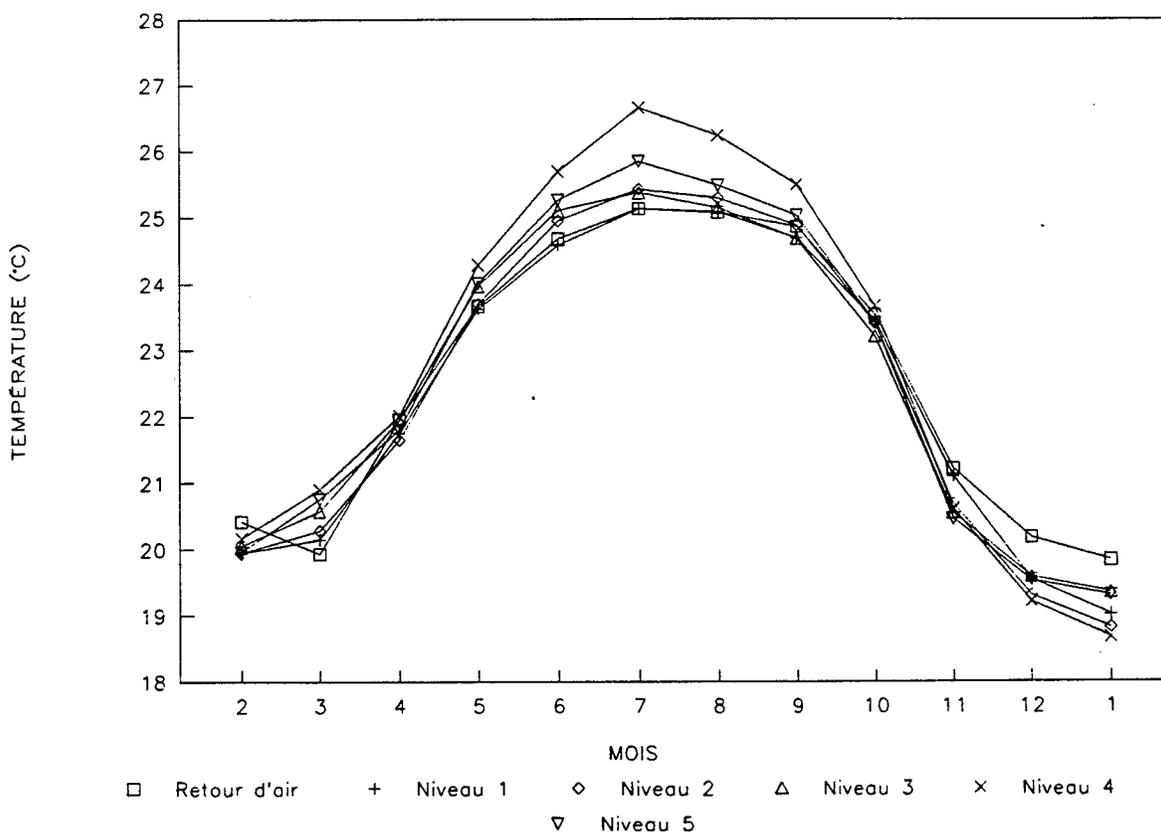
10.2- Écart de température entre les différents niveaux de la Maison Performante.

La figure #12 montre la température **moyenne mensuelle** pour les cinq niveaux de la Maison Performante. On remarque que l'écart de température entre les niveaux est très serré tout au long de l'année. Toutefois, la température du niveau 4 (X) se détache légèrement des autres en été. Cela s'explique par le fait que cette température est mesurée dans une petite chambre plein sud située au-dessus de la serre. Cette chambre dispose d'une grande fenêtre sud sans rideaux.

La température de consigne pour le chauffage était de l'ordre de 20°C (jour et nuit) pour les mois de février à octobre. Puisqu'il n'y avait plus de visite dans la Maison Performante à partir de la fin octobre, la température de consigne pour le chauffage de nuit est passé à 17°C.

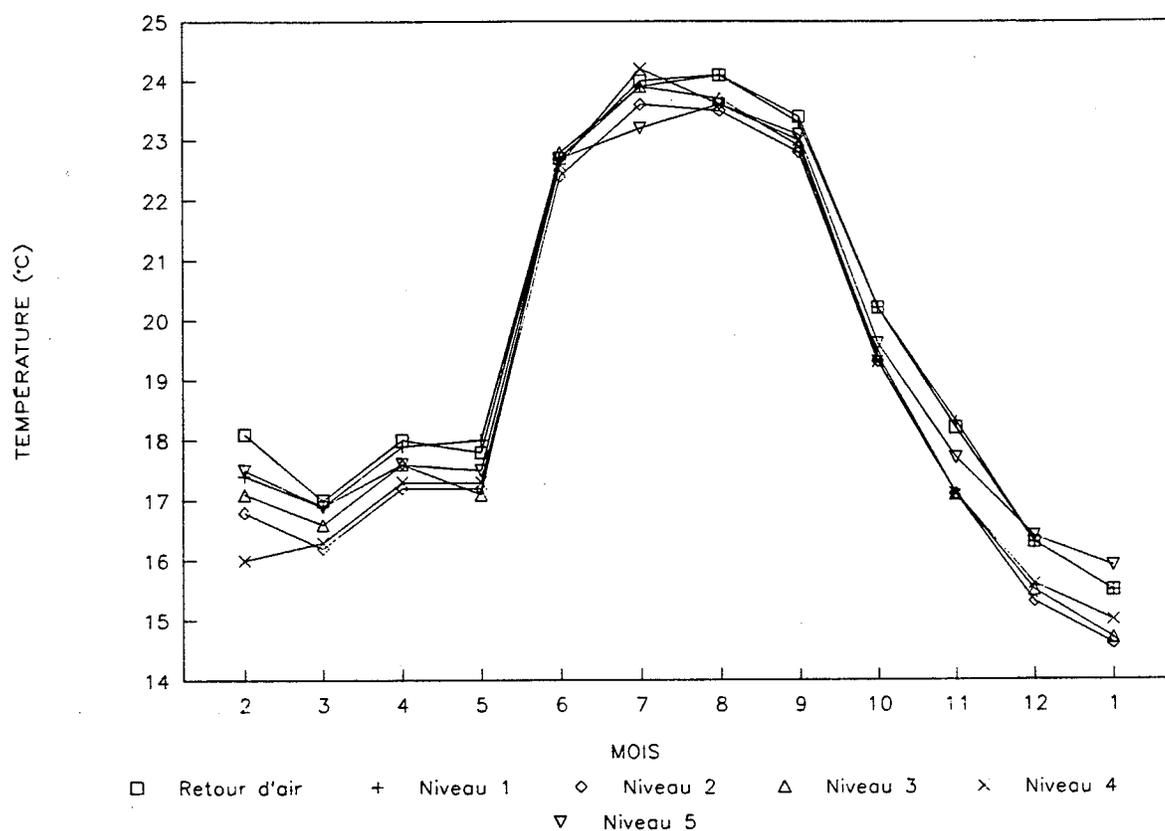
Rappelons que les températures obtenues dépendent de la programmation du système domotique, et de sa précision de contrôle.

FIGURE #12: Température moyenne mensuelle par niveau.



La figure #13 montre la température **minimum horaire** obtenue pour chaque mois, et ce, pour les cinq niveaux de la Maison Performante. Encore une fois on remarque que l'écart de température entre les niveaux est très serré compte tenu du fait qu'il s'agit de températures horaires. Le point X obtenu pour le mois de février est dû à une erreur de lecture du système de monitoring.

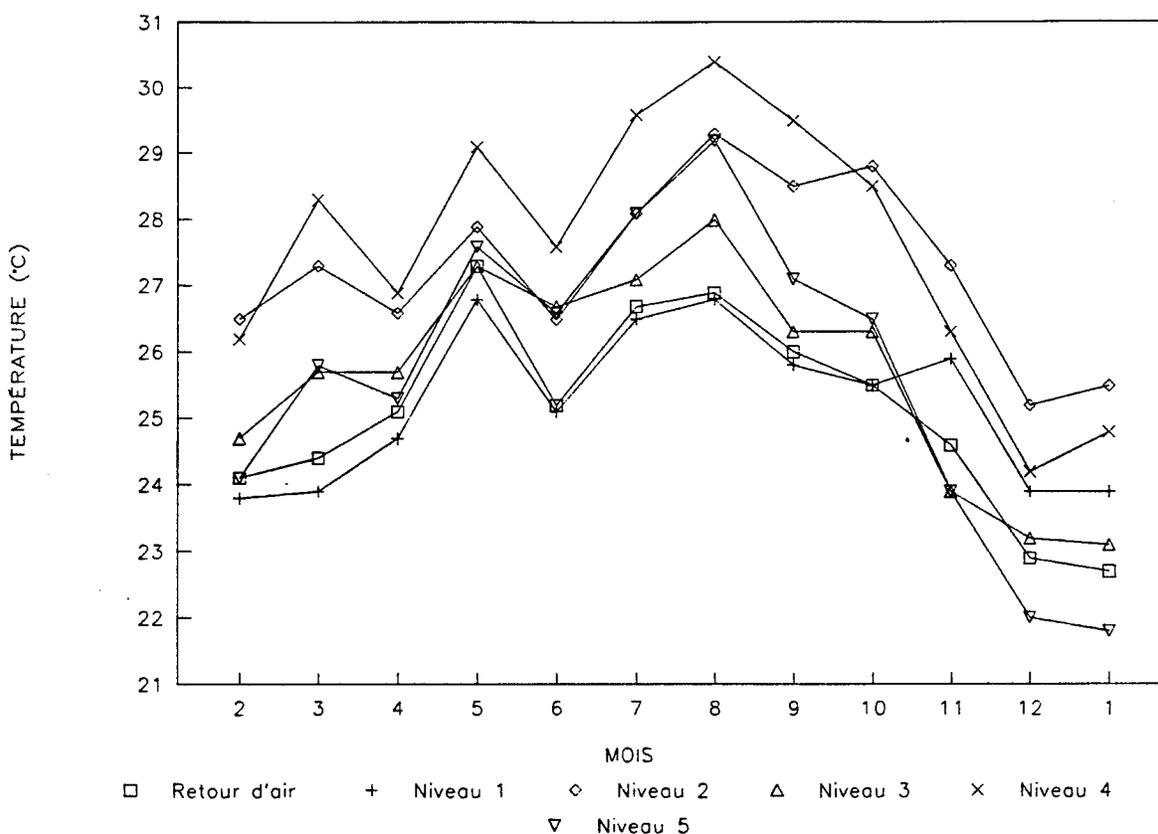
FIGURE #13: Minimum mensuel des températures horaires par niveau.



La figure #14 montre la température **maximum horaire** mensuelle pour les cinq niveaux de la Maison Performante. On remarque ici l'influence de l'ensoleillement sur les températures maximums obtenues. Les niveaux disposant d'un vitrage sud, sud-est ou sud-ouest important, ont subi des hausses de températures plus élevées.

- Niveau 4 (X): petite chambre sud, vitrage sud important par rapport à son volume.
- Niveau 2 (◇): salon, fenêtre panoramique sud de grande surface
- Niveau 5 (▽): chambre des maîtres, fenêtre sud-est
- Niveau 3 (△): cuisine, pièce ouverte avec salon (au nord du salon)
- Niveau 1 (+): sous-sol
- Retour d'air (□): sonde placée au sous-sol dans le retour d'air

FIGURE #14: Maximum mensuel des températures horaires par niveau.



10.3- Écart entre les températures extrêmes mesurées dans le retour d'air.

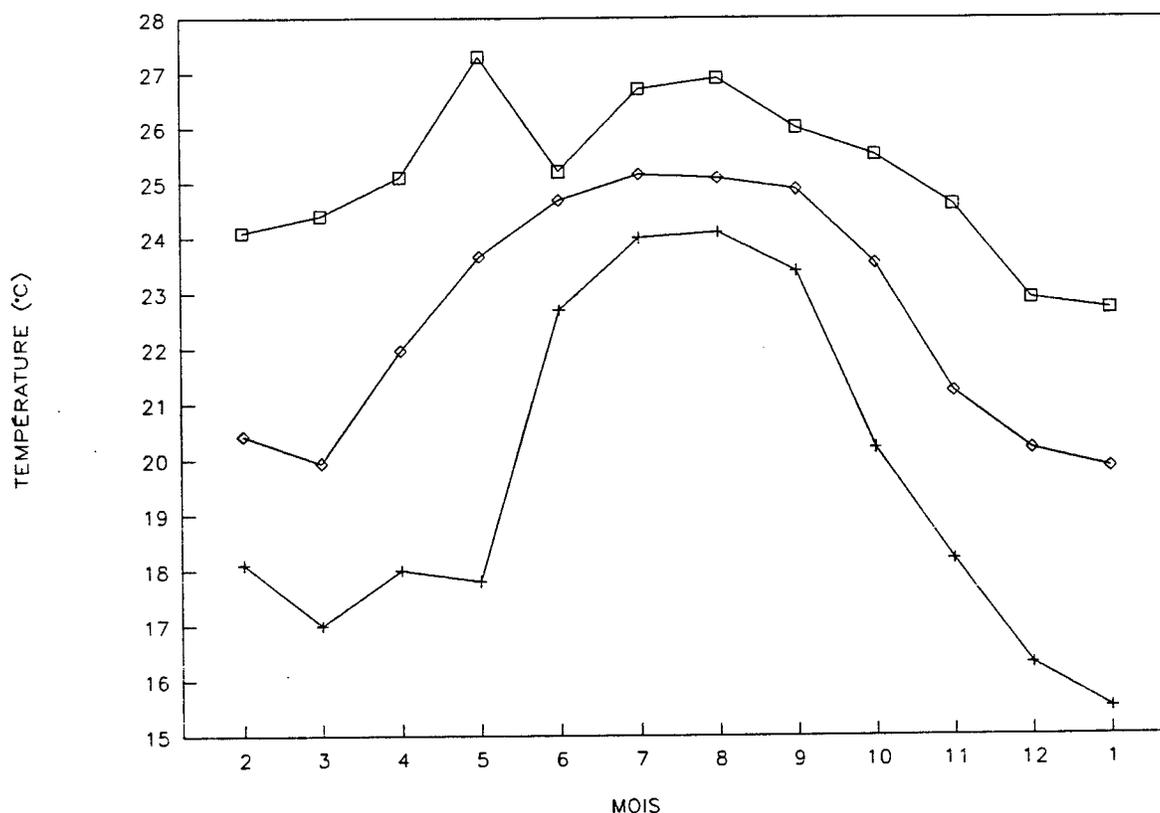
La figure 15 montre, pour chaque mois de l'année, les températures horaires minimum (+) et maximum (□) mesurées dans la gaine de retour du système de ventilation. La troisième courbe montre la température moyenne mensuelle (◇) mesurée au même endroit.

L'écart entre la température de consigne de chauffage et la température horaire minimum dépend de la précision du système de contrôle de la domotique. Si la consigne de chauffage est de 20°C, comme c'est le cas de février à octobre, le chauffage est activé lorsque la température descend à environ 17-18°C, et arrête lorsque la température atteint 20°C. De novembre à janvier, la consigne de nuit a été réduite à 60°C, c'est ce qui explique l'écart important obtenu pour le mois de janvier 95.

En période de chauffage, la température horaire maximum atteinte est seulement de l'ordre de 23 à 24°C, ce qui est excellent pour une maison solaire passive (3 à 4°C que la température de consigne).

La pointe de température mesurée au cours du mois de mai (courbe □) s'explique par le fait que les systèmes de refroidissement/climatisation n'étaient pas encore fonctionnels pour cette période.

FIGURE #15: Températures extrêmes mesurées dans la Maison Performante.



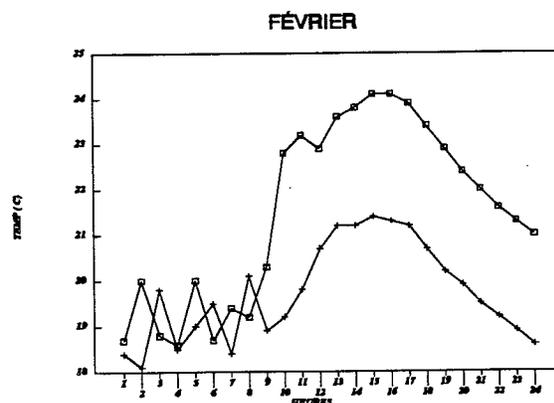
10.4- Variation de la température horaire pour des journées extrêmes.

Les figures suivantes montrent pour chaque mois, les variations horaires de la température de retour d'air au cours de journées extrêmes.

Courbes □: Températures horaires obtenues pour la journée où on a enregistré la température **maximum** du mois.

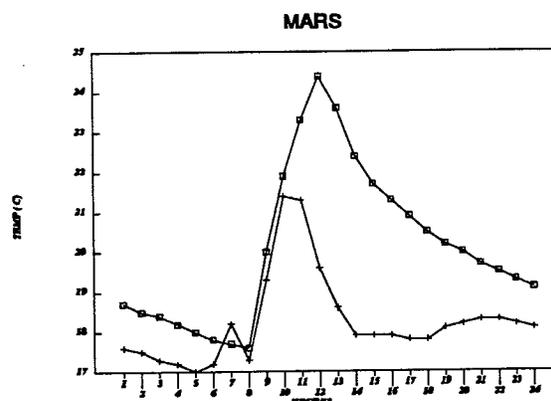
Courbes +: Températures horaires obtenues pour la journée où on a enregistré la température **minimum** du mois.

Les courbes obtenues pour le mois de février montrent que le système de chauffage a maintenu la Maison aux environs de 19°C la nuit. Puisque la consigne de jour du système de chauffage est aussi de 20°C, on peut voir nettement l'effet des gains solaires passifs sur les deux courbes.



On constate que pendant les périodes de demande nette de chauffage, la température moyenne horaire varie de plus de 1°C. Il serait bon de vérifier l'anticipation du thermostat du système domotique, l'emplacement et la précision de la sonde.

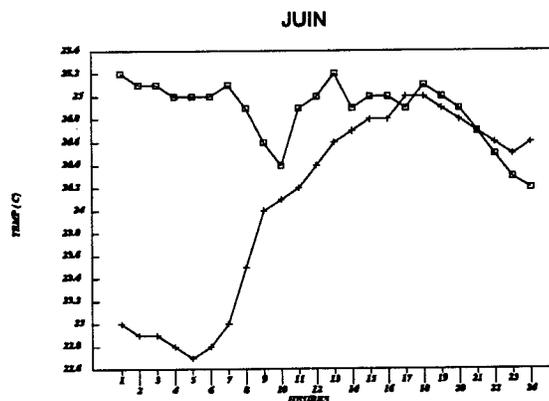
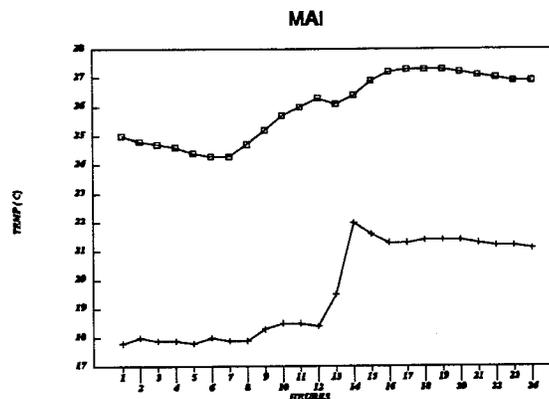
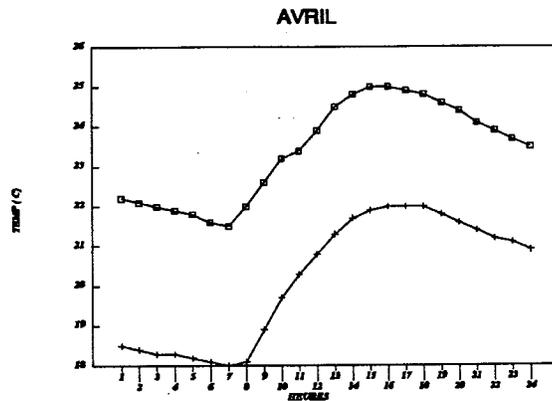
On peut déjà constater que le système de chauffage n'est pas sollicité pour certaines journées du mois de mars (courbe □).



On peut voir l'effet croissant des gains solaires puisque la courbe (□) montre que pour la journée où l'on a enregistré le maximum de température, la température de la Maison est restée supérieure à 21°C sans l'aide du système de chauffage. De plus, la courbe (+) montre que le système de chauffage n'a pratiquement pas fonctionné au cours de la journée où l'on a obtenu la température minimum du mois.

Le système de climatisation n'était pas en fonction pour la journée où l'on a obtenu la température maximum du mois de mai (courbe □).

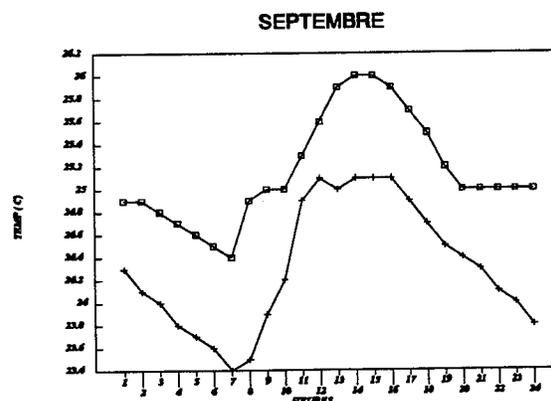
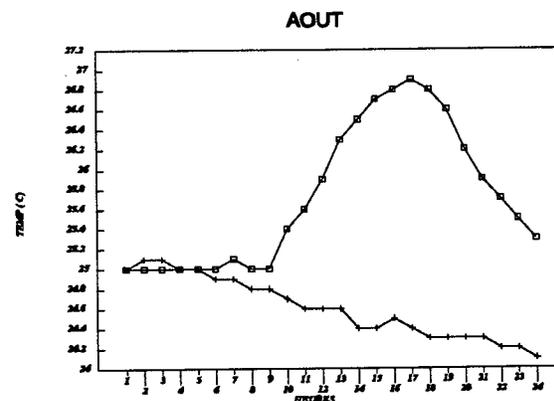
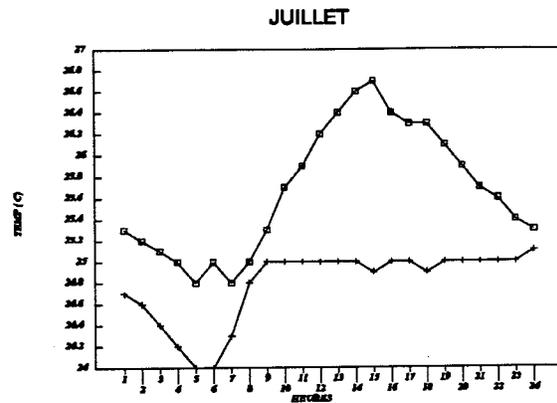
La température a oscillé de 22 à 25°C au cours du mois de juin. Le système de climatisation était en fonction pour cette période.

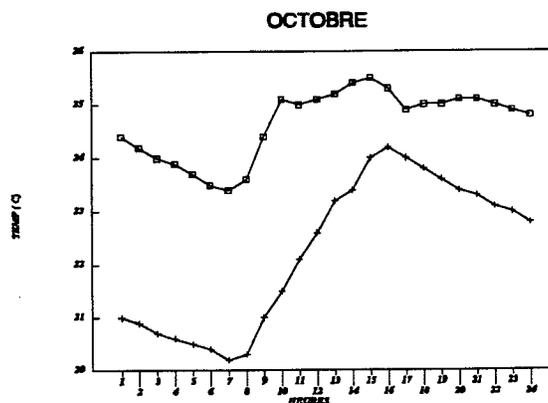


La courbe (□) montre que le refroidissement par le puits ne suffit pas à maintenir la Maison à 25°C. Par contre, il a réussi à maintenir la température de la Maison sous 27°C (temp. de mise en marche de la PAC en mode climatisation). La courbe (+) montre l'efficacité (grande stabilité) du système de refroidissement par le puits pour des charges de climatisation moins importantes.

On remarque pour le mois d'août le même phénomène que pour le mois de juillet.

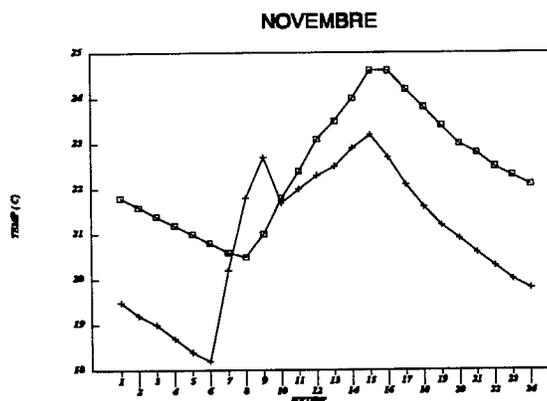
On observe que le système de chauffage n'a pas été sollicité pour les mois de septembre et d'octobre. On remarque aussi qu'au moins une légère surchauffe est survenu au cours du mois de septembre (26°C).



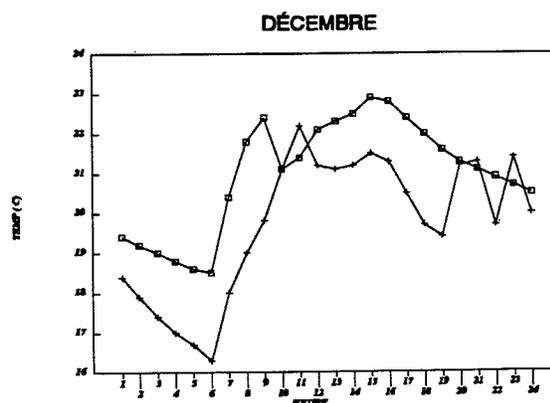


La programmation du système domotique a été modifiée à partir du mois de novembre. La température de consigne de nuit est fixée à 17°C tandis que la consigne de jour est fixée à 21°C. La consigne de jour est activée dès 6:00 heure. On remarque sur les trois figures suivantes (novembre, décembre et janvier), que la consigne est dépassée de 1 à 2°C vers 9:00 ou 10:00 heure le matin.

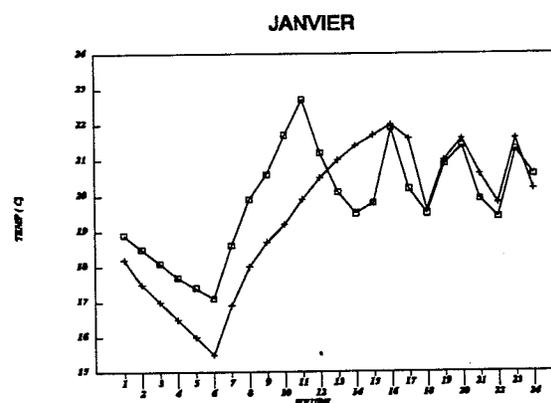
On remarque sur la courbe (+) du mois de novembre, que le système de chauffage a été activé entre 6:00 et 9:00 heure (jusqu'à environ 23°C). À partir de 10:00 heure, les gains solaires comblent les besoins en chauffage de la Maison.



Comme pour le mois de novembre, la température de la Maison baisse au cours de la nuit sans atteindre la consigne (de nuit). A 6:00 heure, le chauffage est activé pour maintenir la Maison à près de 21°C.



Encore une fois, la température de la Maison baisse au cours de la nuit sans atteindre la consigne (de nuit). A 6:00 heure, le chauffage est activé pour maintenir la Maison à près de 21°C. La courbe (□) montre que les gains solaires en janvier sont très limités.



L'ensemble de ces courbes mensuelles confirme le rôle important des gains solaires passifs dans la maison. On voit leur influence bénéfique pendant les mois de chauffage, mais également la contrainte qu'ils imposent pendant les saisons plus chaudes. La maison pourrait être plus performante avec une meilleure gestion des gains solaires passifs, en dehors de l'hiver, dans ce cas-ci. Il ne s'agit pas simplement d'ajouter des stores qui nuiraient aux gains solaires les jours où ils sont souhaités.

Une solution pour gérer les gains solaires est l'utilisation de volets motorisés qui seraient contrôlés par le système domotique en fonction de l'ensoleillement et des besoins de la maison.

11- CONCLUSION.

Consommation électrique de la Maison Performante:

Le but du projet était de démontrer qu'il est possible de construire des bâtiments résidentiels de très faible consommation énergétique. L'objectif de consommation de la Maison Performante était de l'ordre de 15 000 kWh/an. Le système de monitoring a démontré que la consommation électrique de la Maison Performante **inoccupée** pour une année complète a été de 14 000 kWh (ou de 11 600 kWh si on enlève la consommation électrique du système de monitoring).

Une estimation de la consommation de la Maison occupée par quatre personnes a montré que l'objectif ne serait dépassé que de quelques 630 kWh. Puisque la consommation dépend fortement de l'habitude des occupants, cette estimation n'est valable qu'à ± 10 ou 20%. Autrement dit, l'objectif sera atteint si les occupants ont le souci de réaliser des économies d'énergie.

Répartition de la consommation:

PAC	46%	comprenant pompes et ventilateurs
Éclairage int.	30.5%	
Pompes/ventilateur	8%	incluant contrôleur Monitrol
VRC	6.4%	
Chauffage eau	4.5%	
Réfrigérateur	3.9%	
Éclairage ext.	0.8%	

Fait à noter, l'utilisation des appareils et de l'éclairage correspond à plus de 50% de la charge totale de la Maison.

Contributions des sources de chauffage de la Maison Performante:

Les contributions des gains solaires, des gains internes et du système de chauffage sont environ du même ordre de grandeur, soit de 28, 35 et 37% respectivement.

Sources de chaleur de la PAC:

En ne tenant compte que de son fonctionnement automatique (350 jours), la PAC a puisé 95% de son énergie dans le stockage, démontrant que le stockage suffit à combler les besoins thermiques de cette dernière. La PAC n'a puisé que 3.4% de son énergie dans le puits pendant 4 jours du mois de janvier. On peut expliquer la carence en énergie dans le stockage pour cette période par l'ensoleillement exceptionnellement faible des mois de novembre, décembre et janvier. Le fonctionnement de la PAC en mode appoint électrique ne représente que 1.4% des sources de chauffage de cette dernière.

Sources de climatisation de la Maison:

La PAC n'a pas fonctionné en mode de climatisation de pointe au cours de tout l'été (on ne tient pas compte du test de fonctionnement de la PAC dans ce mode réalisé le 26 mai 94).

Le système de refroidissement gratuit par le stockage n'a pas fonctionné de l'été à partir du 1er juillet car la température des réservoirs était supérieure à 20°C à partir de cette période. Cela s'explique par le fait que la désurchauffe de la serre et le système solaire actif étaient fonctionnels tout l'été sauf pour le mois de juin (source importante de chaleur au niveau du stockage). Par contre, ce mode de refroidissement a assuré 9% de la charge de climatisation de la Maison.

Le système de refroidissement gratuit par le puits a donc comblé, à lui seul, 100% des besoins de climatisation de la Maison pour pratiquement tout l'été. Pour l'année, le puits a assuré 91% de la climatisation de la Maison.

La climatisation de la Maison, bien que solaire passive, peut donc être réalisée en totalité à partir du puits. Ce système de refroidissement a réussi à maintenir la Maison à 25°C tout l'été. Par contre, de légères surchauffes de moins de 27°C sont survenues occasionnellement au cours des journées très chaudes et très ensoleillées de l'été 94.

Contribution des systèmes de récupération au chauffage du stockage:

Système solaire actif:	55.7%
Récupération serre:	30.8%
Récupération maison:	13.1%
Récupération eaux grises:	0.4%

La récupération de chaleur au niveau des eaux grises est très faible car la consommation en eau chaude est pratiquement nulle pour l'année.

Si la maison avait été occupée, la contribution du solaire actif aurait été moindre car le chauffage de l'eau domestique est prioritaire au chauffage du stockage. Par contre, la contribution des eaux grises aurait été proportionnellement plus importante au chauffage du stockage.

La température des réservoirs de stockage (10 m³) reste supérieure à 10°C du 1 janvier 94 au 1 décembre 94. Par suite d'un ensoleillement exceptionnellement faible au cours des mois de novembre, décembre et janvier (faible contribution des systèmes de récupération et charge de chauffage plus importante par suite des plus faibles gains solaires passifs), la température du stockage descend à près de 0°C pendant 4 jours en janvier (l'eau du stockage n'a pas gelé). Le contrôle a bien réagi en utilisant le puits comme source alternative de chaleur évitant ainsi le gel du stockage.

Évaluation du confort de la Maison:

La température de la Maison est exceptionnellement stable au cours de l'été. La Maison est maintenue à la température de consigne du système de refroidissement par le puits (25°C). Pour des journées très chaude et fortement ensoleillées, la charge de climatisation de la Maison dépasse légèrement la puissance de refroidissement par le puits. Par contre, la température n'a jamais dépassé 27°C pendant ces journées, c'est à dire, la consigne de démarrage de la PAC en mode climatisation de pointe.

De toute façon, l'utilisation de rideau devrait permettre de compenser le manque de puissance du système de refroidissement par le puits. Présentement la Maison est dépourvue de rideaux.

La puissance du système de refroidissement par le puits est suffisante pour assurer le confort des occupants dans le cas ou ces derniers acceptent des pointes de surchauffe temporaire de moins de 27°C. Si ces derniers n'accepte pas des températures de pointe temporaire de plus de 25°C, la PAC en mode climatisation fournira l'énergie requise pour combler la charge supplémentaire.

Même s'il s'agit d'une maison solaire passive, l'écart de température entre les 5 niveaux de la Maison est resté très serré tout au long de l'année. Cela s'explique par l'utilisation en continu du ventilateur du système CVAC qui, avec le VRC, ont brassé l'air de la Maison, équilibrant ainsi les températures à travers de celle-ci.

Rendement des systèmes mécaniques:

Le COP moyen de la PAC en mode chauffage, utilisation du stockage est de l'ordre de 2,5 et en utilisation du puits de 2,1. Puisque la PAC n'a pas fonctionné en mode climatisation sur une période suffisamment longue, il n'a pas été possible de déterminer son COP pour ce mode.

Le COP moyen annuel des systèmes de récupération a été de 5,6. Le COP de ces systèmes pour la saison de chauffage (1/2/94 au 30/4/94 et du 1/9/94 au 31/1/95) a été de 5,5. Le COP des systèmes de récupération est plus faible qu'escompté mais s'explique par le fait que la consommation électrique de base du système de contrôle (PLC) est élevée par rapport au temps de fonctionnement des systèmes. Lors de la conception des systèmes, nous avons prévu un COP moyen de 7.

ANNEXE #1

MAISON PERFORMANTE DE L'APCHQ
Consommation électrique journalière
du 1/2/94 au 31/1/95

Tableau: Consommation électrique Journalière du 1er février 94 au 31 janvier 95

AN	MO	JO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			EEHse	Estve	EEfrig	EEdish	EEwash	EEdryc	EEelite	EEout	EEctnp	EEgthp	EEres	EEhrvf	EEwt	EErgf
			MJ	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	MJ	KJ	KJ	MJ	KJ
94	2	1	159.61	0	3492	0	0	0	43900	2729	0	65.57	11279	0	4.07	0
94	2	2	148.00	0	3627	0	0	0	48407	2610	0	55.03	9588	0	0.68	0
94	2	3	163.19	0	3663	0	0	0	55676	2746	0	63.56	6759	0	0.78	0
94	2	4	156.52	0	3510	0	0	0	53734	2734	0	53.59	10422	0	0.64	0
94	2	5	151.51	0	3690	0	0	0	36325	2735	0	67.28	8814	0	3.66	0
94	2	6	130.65	0	3843	0	0	0	18342	2710	0	62.54	11356	0	0.16	0
94	2	7	147.39	0	3609	0	0	0	31720	2726	0	69.30	11237	0	0.48	0
94	2	8	175.21	0	3789	0	0	0	43522	2703	0	111.54	10348	0	0.28	0
94	2	9	202.43	0	3744	0	0	0	47200	2717	0	68.71	5878	0	0.32	0
94	2	10	167.46	0	3609	0	0	0	51662	2733	0	80.60	11140	0	0.20	0
94	2	11	167.30	0	3933	0	0	0	46912	2725	0	86.48	11140	0	3.89	0
94	2	12	162.36	0	3771	0	0	0	30772	2743	0	86.48	6643	0	2.92	0
94	2	13	166.67	0	3555	0	0	0	22550	2738	0	70.76	10449	0	0.32	0
94	2	14	147.87	0	4068	0	0	0	30778	2721	0	70.76	7954	0	0.45	0
94	2	15	193.90	0	3861	0	0	0	48065	2714	0	53.85	12329	0	0.19	0
94	2	16	203.28	0	4203	0	0	0	50212	2738	0	53.04	11038	0	0.60	0
94	2	17	152.28	0	3852	0	0	0	48467	2747	0	49.08	12161	0	1.17	0
94	2	18	158.01	0	4095	0	0	0	46579	2734	0	48.60	15301	0	0.10	0
94	2	19	133.45	0	4095	0	0	0	28576	2750	0	32.44	15301	27	0.30	4
94	2	20	99.42	0	3528	0	0	0	18314	2686	0	33.81	11072	0	0.32	0
94	2	21	115.12	0	4185	0	0	0	27638	2763	0	33.81	13174	0	1.13	2
94	2	22	130.25	0	4005	0	0	0	41165	2739	0	79.06	15347	0	0.82	0
94	2	23	169.57	0	3798	0	0	0	45382	2695	0	92.74	5707	0	3.47	0
94	2	24	182.55	0	3663	0	0	0	43736	2716	0	54.92	7959	0	11.79	0
94	2	25	146.09	0	4041	0	0	0	38617	2715	0	67.03	8745	0	3.79	0
94	2	26	153.34	0	4059	0	0	0	37412	2711	0	84.50	11463	0	7.49	0
94	2	27	173.66	0	3879	0	0	0	38560	2713	0	77.53	13614	0	4.86	0
94	2	28	169.64	0	4257	0	0	0	44374	2667	0	58.02	16269	0	1.52	0
94	3	1	160.17	0	4374	0	0	0	49368	2740	0	55.93	13832	0	3.63	0
94	3	2	143.39	0	3672	0	0	0	2720	2720	0	49.79	5645	0	1.15	0
94	3	3	134.01	0	4185	0	0	0	46834	2752	0	32.61	12351	0	0.15	0
94	3	4	134.01	18	4410	0	0	0	28934	2786	0	16.92	13617	1305	0.23	9
94	3	5	103.50	0	4446	0	0	0	23322	2762	0	26.30	13662	2043	0.14	2
94	3	6	108.72	0	3726	0	0	0	23736	2733	0	58.50	6723	0	0.16	0
94	3	7	126.46	0	4095	0	0	0	41411	2745	0	21.62	9070	0	0.14	2
94	3	8	116.18	0	3996	0	0	0	46422	2754	0	22.42	9673	0	0.51	0
94	3	9	122.17	0	3690	0	0	0	39822	2746	0	44.47	6626	0	0.35	0
94	3	10	133.94	0	6806	0	0	0	38770	2731	0	24.13	19386	0	0.13	0
94	3	11	127.45	0	4518	0	0	0	34392	2726	0	14.48	19176	0	0.10	2
94	3	12	111.58	0	3996	0	0	0	24255	2739	0	21.59	6177	0	0.04	2
94	3	13	96.38	0	3447	0	0	0	32957	2736	0	27.67	11951	0	0.17	0
94	3	14	115.03	0	3447	0	0	0	45454	2735	0	0.00	8407	0	0.29	0
94	3	15	98.27	0	3636	0	0	0	44045	2736	0	23.64	8933	0	3.48	0
94	3	16	119.55	0	3600	0	0	0	42371	2730	0	32.73	13406	0	2.67	0
94	3	17	144.24	0	3357	0	0	0	44799	2733	0	18.07	10818	0	3.42	0
94	3	18	117.79	0	3897	0	0	0	44179	2736	0	0.00	11883	1107	3.92	0
94	3	19	101.54	0	3960	0	0	0	42457	2749	0	14.86	14849	22.32	0.37	7
94	3	20	116.69	0	4140	0	0	0	38744	2754	0	0.00	15881	0	2.37	0
94	3	21	98.08	0	3960	0	0	0	46541	2739	0	0.00	6920	0	6.97	0
94	3	22	97.11	0	3960	0	0	0	45730	2775	0	0.00	16703	0	4.20	0
94	3	23	107.30	0	4194	0	0	0	45267	2751	0	0.00	5653	0	5.38	0
94	3	24	94.54	0	3636	0	0	0	51765	3124	0	28.50	6366	0	8.04	4
94	3	25	129.17	0	3456	0	0	0	54641	2759	0	33.57	17203	1800	4.54	4
94	3	26	147.12	18	4086	0	0	0	46189	2738	0	33.53	6476	1908	9.18	18
94	3	27	129.50	0	3537	0	0	0	52388	2769	0	38.35	11422	0	6.87	0
94	3	28	141.79	0	3711	0	0	0	52577	2750	0	33.51	13769	0	6.46	0
94	3	29	141.21	0	4041	0	0	0	52756	2750	0	33.51	18577	0	5.84	0
94	3	30	144.97	0	3843	0	0	0	49979	2747	0	35.65	18069	0	5.83	0
94	3	31	142.04	0	4428	0	0	0			0					

TN conseil, Conseillers en technologie de l'environnement inc.

7744, rue Sherbrooke est, bureau 204

Montréal, Qc, HIL 1A1, Canada

Tel: (514) 352-2400

Fax: (514) 352-2155

AN	MO	JO	1 EEhse MJ	2 EStve kJ	3 EEfrlg kJ	4 EEdish kJ	5 EEwash kJ	6 EEdyr kJ	7 EEllice kJ	8 EEout kJ	9 EEctnp kJ	10 EEghp MJ	11 EEres kJ	12 EEhrvf kJ	13 EEawt MJ	14 EErgf kJ
94	4	1	68.07	558	2061	0	0	0	4256	1503	0	18.11	4012	0	1.53	0
94	4	2	127.85	0	3951	0	0	0	0	2743	0	33.54	9828	1935	0.08	4
94	4	3	129.17	0	3510	0	0	0	0	2749	0	33.49	6984	1809	1.09	0
94	4	4	137.35	0	3861	0	0	0	0	2729	0	33.45	13989	0	1.03	0
94	4	5	131.12	0	4023	0	0	0	0	2736	0	33.35	7375	0	0.06	2
94	4	6	131.44	0	3438	0	0	0	0	2760	0	33.57	5906	0	0.62	0
94	4	7	136.41	0	3753	0	0	0	0	2739	0	40.45	7379	0	0.12	0
94	4	8	132.69	0	4185	0	0	0	0	2738	0	33.56	15388	0	0.15	0
94	4	9	127.10	18	3933	0	0	0	0	2753	0	33.56	7837	1935	0.10	0
94	4	10	146.11	0	4491	0	0	0	0	2758	0	35.73	19215	3672	0.20	0
94	4	11	137.30	0	4905	0	0	0	0	2754	0	33.56	16200	0	0.33	0
94	4	12	133.98	0	5031	0	0	0	0	2750	0	36.20	13926	0	6.62	0
94	4	13	121.66	0	4599	0	0	0	0	2750	0	33.27	6236	0	4.93	0
94	4	14	118.05	0	4338	0	0	0	0	2741	0	33.32	7169	0	7.23	0
94	4	15	125.75	0	4266	0	0	0	0	2741	0	33.40	15742	0	7.80	0
94	4	16	70.72	0	2259	0	0	0	0	2762	0	16.93	5942	0	3.42	0
94	4	17	130.82	0	4311	0	0	0	23408	1421	0	32.41	7273	5418	8.15	0
94	4	18	152.43	18	3699	0	36	18	39989	2663	0	47.30	11555	10593	7.15	0
94	4	19	139.02	0	0	7	0	0	27951	2741	0	41.03	13784	4707	7.09	0
94	4	20	117.22	0	2304	0	0	0	18942	2642	0	31.98	6660	6660	5.26	0
94	4	21	143.62	0	4581	0	0	0	37464	2742	0	49.66	7744	11250	2.81	0
94	4	22	126.17	0	4428	0	0	0	35682	2753	0	35.84	7918	11376	0.16	0
94	4	23	138.48	0	4770	0	0	0	36632	2754	0	44.43	9084	11538	0.22	0
94	4	24	126.15	0	4446	0	0	0	37599	2772	0	35.40	7357	11538	1.03	2
94	4	25	128.68	0	4653	0	0	0	39244	2755	0	35.64	7913	11529	0.67	0
94	4	26	122.52	0	4491	0	0	0	29341	2759	0	41.77	5231	11547	3.70	0
94	4	27	138.90	0	4572	0	0	0	29756	2755	0	51.54	8351	11556	5.61	0
94	4	28	124.67	0	4833	0	0	0	30305	2778	0	33.63	10502	11673	5.11	0
94	4	29	126.66	0	4203	0	0	0	40855	2751	0	33.56	10502	11673	12.80	0
94	4	30	138.04	0	4581	0	0	0	37126	2783	0	41.30	10276	11637	6.78	0
94	5	1	120.45	0	4167	0	0	0	35386	2619	0	37.04	4283	10062	7.19	0
94	5	2	149.72	0	4446	0	0	0	37698	2770	0	51.63	12794	9666	6.98	0
94	5	3	139.88	0	4635	0	0	0	32558	3226	0	45.22	15342	9702	2.51	0
94	5	4	127.40	0	4950	0	0	0	32368	2760	0	33.38	14548	9612	0.37	0
94	5	5	130.88	0	5256	0	0	0	37515	2740	0	32.97	12673	9549	5.20	0
94	5	6	130.89	0	5598	0	0	0	39664	2748	0	32.75	12948	9540	6.28	0
94	5	7	130.18	0	5760	0	0	0	36801	2883	0	35.10	13475	10458	5.70	0
94	5	8	112.78	0	5211	0	0	0	32402	2501	0	33.28	3885	10017	2.02	0
94	5	9	118.94	0	5292	0	0	0	30167	2750	0	32.83	9374	9621	5.72	0
94	5	10	119.31	0	5184	0	0	0	28998	2762	0	33.10	10191	9675	4.32	0
94	5	11	120.31	0	5202	0	0	0	30495	2770	0	33.11	11009	9684	0.20	0
94	5	12	110.30	0	4896	0	0	0	27220	2762	0	32.93	4073	9666	3.27	0
94	5	13	141.04	0	4599	0	0	0	34485	2744	0	45.15	12698	9666	5.57	0
94	5	14	123.82	0	4851	0	0	0	31766	2767	0	35.53	11342	9720	4.91	0
94	5	15	119.01	0	4824	0	0	0	31227	2731	0	37.63	7788	9630	4.27	2
94	5	16	117.27	0	4833	0	0	0	28540	2828	0	33.06	7516	9630	7.17	0
94	5	17	128.22	0	4572	0	0	0	33162	2794	0	37.97	14473	9738	5.42	0
94	5	18	127.09	0	4446	0	0	0	34298	2774	0	35.84	11680	9783	7.27	0
94	5	19	136.31	0	4545	0	0	0	40861	2695	0	32.94	14948	9495	6.04	0
94	5	20	133.96	0	4959	0	0	0	32316	2739	0	35.22	12836	9657	4.81	0
94	5	21	130.04	0	5121	0	0	0	32221	2712	0	44.10	12395	9603	6.05	0
94	5	22	144.88	0	5598	0	0	0	29894	2727	0	55.77	13458	9621	5.99	0
94	5	23	128.15	0	5445	0	0	0	24865	2715	0	45.56	11077	9621	5.99	0
94	5	24	127.86	0	5436	0	0	0	24649	2733	0	43.51	14044	9648	6.92	0
94	5	25	115.54	0	5427	0	0	0	27635	2798	0	35.51	7487	9648	6.97	0
94	5	26	155.73	0	4518	0	0	0	29324	2705	0	77.12	3018	9558	6.83	0
94	5	27	146.07	0	3906	0	0	0	28840	2634	0	57.51	11857	9288	7.64	0
94	5	28	117.44	0	4626	0	0	0	27111	2738	0	33.38	10866	9621	6.58	0
94	5	29	123.14	0	5013	0	0	0	28147	2742	0	35.62	15491	9639	10.48	0
94	5	30	120.59	0	5133	0	0	0	28588	2767	0	33.32	10598	9684	6.77	0
94	5	31	128.52	18	2592	7	0	0	10281	2672	0	40.52	14951	9405	6.31	0

AN	MO	JO	1 EBhse MJ	2 Estve kJ	3 EBfrlg kJ	4 EEgish kJ	5 EEwash kJ	6 EEdriz kJ	7 EEelite kJ	8 EEout kJ	9 EEctnp kJ	10 EEqthp MJ	11 EEres kJ	12 EEhrvf kJ	13 EEbwc MJ	14 EErgf kJ
94	6	1	107.61	0	3006	0	0	0	17418	1484	0	31.67	6747	8730	5.72	0
94	6	2	115.58	0	4815	0	0	0	27386	0	0	33.63	9256	9675	7.53	0
94	6	3	114.76	0	4905	0	0	0	27700	0	0	33.64	8332	9603	6.05	0
94	6	4	117.96	0	5157	0	0	0	27816	0	0	39.29	6519	9666	4.73	0
94	6	5	125.29	0	5184	0	0	0	27674	0	0	46.32	7743	9630	6.87	0
94	6	6	117.01	0	5337	0	0	0	27635	0	0	37.37	6587	9612	7.09	0
94	6	7	118.47	0	5274	0	0	0	27646	0	0	35.76	9963	9603	5.98	0
94	6	8	115.83	0	5400	0	0	0	28021	0	0	37.83	7204	9648	6.96	0
94	6	9	120.37	0	5310	0	0	0	27700	0	0	40.62	7180	9612	6.95	0
94	6	10	118.56	0	5238	0	0	0	25897	0	0	39.63	7952	9621	7.20	0
94	6	11	119.45	0	5292	0	0	0	27074	0	0	42.85	7137	9648	5.90	0
94	6	12	71.05	0	2952	0	0	0	13756	0	0	25.88	4864	5634	4.74	0
94	7	5	54.14	0	2529	0	0	0	6099	0	0	25.38	2515	7380	3.39	0
94	7	6	104.47	0	5319	0	0	0	12594	0	0	45.20	5286	10062	7.05	0
94	7	7	101.12	0	5355	0	0	0	10252	0	0	46.48	6314	10053	5.96	0
94	7	8	102.27	0	5319	0	0	0	10308	0	0	45.75	5917	10071	6.53	0
94	7	9	115.37	0	5391	0	0	0	11293	0	0	57.63	8415	9963	6.73	0
94	7	10	102.09	0	5355	0	0	0	10385	0	0	45.32	5789	10008	7.15	0
94	7	11	112.05	0	5247	0	0	0	14131	0	0	48.56	7336	9360	6.36	0
94	7	12	115.01	0	5067	0	0	0	15334	0	0	44.88	5209	9369	6.91	0
94	7	13	115.36	0	5247	0	0	0	15327	0	0	54.01	6055	9378	5.92	0
94	7	14	113.45	0	5301	0	0	0	15313	0	0	50.98	6664	9369	6.97	0
94	7	15	109.32	4608	5328	0	0	0	15489	0	0	50.32	5418	9378	12.16	0
94	7	16	118.27	0	5391	0	0	0	16673	0	0	55.87	7442	9333	5.63	0
94	7	17	123.00	0	5373	0	0	0	17619	0	0	57.80	6049	9378	7.35	0
94	7	18	119.09	0	5301	0	0	0	15578	0	0	58.14	8726	9288	5.85	0
94	7	19	118.91	0	5355	0	0	0	15886	0	0	59.33	6330	9765	7.05	0
94	7	20	123.66	0	5472	0	0	0	16219	0	0	59.86	6774	9720	6.84	0
94	7	21	114.65	18	4941	0	0	0	16457	0	0	56.93	4751	8469	5.81	0
94	7	22	130.11	0	5517	0	0	0	17863	0	0	64.48	9434	9738	6.96	0
94	7	23	131.28	0	5463	0	0	0	19308	0	0	65.17	6506	9648	6.82	0
94	7	24	126.39	0	5472	0	0	0	17629	0	0	61.89	8614	9720	6.11	0
94	7	25	127.06	0	5553	0	0	0	18378	0	0	61.16	6093	9621	6.84	0
94	7	26	130.92	0	5283	0	0	0	24315	0	0	59.92	7954	9567	6.14	463
94	7	27	131.99	0	5256	0	0	0	25857	0	0	57.71	9078	9639	7.12	0
94	7	28	112.66	0	5328	0	0	0	24597	0	0	44.26	3729	9621	6.03	0
94	7	29	127.98	0	5400	0	0	0	23331	0	0	56.05	7797	9639	7.28	0
94	7	30	120.98	0	5283	0	0	0	23361	0	0	52.33	5376	9612	5.91	0
94	7	31	131.51	0	5373	0	0	0	25072	0	0	57.99	7335	9603	7.33	0

TN conseil, Conseillers en technologie de l'environnement inc.
7744, rue Sherbrooke est, bureau 204
Montréal, Qc, H1L 1A1, Canada

Tel: (514) 352-2400
Fax: (514) 352-2155

AN	MO	JO	1 EHse MJ	2 Estve kJ	3 EEfrig kJ	4 EEdish kJ	5 EEwash kJ	6 EEdrv kJ	7 EEelite kJ	8 EEout kJ	9 EEcthp kJ	10 EEgthp MJ	11 EEres kJ	12 EEhrvf kJ	13 EEbwt MJ	14 EErgf kJ
94	8	1	5.74	0	207	0	0	0	1624	0	0	2.48	51	432	0.00	0
94	8	2	104.38	0	5337	0	0	0	21677	0	0	39.45	4699	9567	6.86	0
94	8	3	118.48	0	5247	0	0	0	23630	0	0	48.96	5896	9576	7.23	0
94	8	4	122.17	0	5346	0	0	0	25608	0	0	52.08	7031	9513	5.71	0
94	8	5	108.85	0	5319	0	0	0	23121	0	0	40.32	5487	9342	7.00	0
94	8	6	119.73	0	5333	0	0	0	23121	0	0	50.84	7337	9171	6.03	0
94	8	7	124.37	0	5130	0	0	0	22955	0	0	58.97	7534	9099	6.99	0
94	8	8	127.05	0	5328	0	0	0	22937	0	0	58.35	6517	9063	6.06	0
94	8	9	122.52	0	5193	0	0	0	23036	0	0	54.33	5362	9045	6.97	0
94	8	10	122.71	0	5328	0	0	0	24283	0	0	51.93	6444	9090	6.97	0
94	8	11	127.23	0	5337	0	0	0	28376	0	0	52.33	7465	9135	6.75	0
94	8	12	134.56	0	5400	0	0	0	32376	0	0	55.63	5036	9063	6.67	0
94	8	13	128.81	0	5301	0	0	0	31242	0	0	53.81	5716	9018	6.04	0
94	8	14	129.61	0	5337	0	0	0	32422	0	0	52.49	6897	9252	6.73	0
94	8	15	118.45	0	5319	0	0	0	36191	0	0	39.85	5063	9045	6.94	0
94	8	16	130.17	0	5301	0	0	0	38744	0	0	49.93	6288	9054	6.81	0
94	8	17	132.50	0	5328	0	0	0	39327	0	0	54.82	3811	11340	6.00	0
94	8	18	123.14	0	5310	0	0	0	37330	0	0	47.57	4867	9009	6.74	0
94	8	19	124.65	0	5202	0	0	0	32809	0	0	53.56	4039	8982	11.45	0
94	8	20	129.64	0	5139	0	0	0	32663	0	0	58.61	3906	8955	6.94	0
94	8	21	117.89	0	5292	0	0	0	32727	0	0	47.98	4203	8874	5.78	0
94	8	22	120.18	0	5265	0	0	0	33046	0	0	48.93	4805	8955	11.53	0
94	8	23	122.34	0	5319	0	0	0	32885	0	0	51.27	6782	9000	6.72	0
94	8	24	128.17	0	5337	0	0	0	36424	0	0	53.33	2911	9018	6.86	0
94	8	25	109.47	0	5274	0	0	0	36404	0	0	36.35	4368	8964	5.90	0
94	8	26	125.11	0	5310	0	0	0	36773	0	0	48.19	3838	8991	7.85	0
94	8	27	137.47	0	5580	0	0	0	40083	0	0	60.58	4209	11241	7.25	0
94	8	28	118.39	0	5202	0	0	0	41222	0	0	44.30	4630	8388	5.86	2
94	8	29	131.79	0	5472	0	0	0	41287	0	0	51.90	5705	8937	7.02	0
94	8	30	129.95	0	5418	0	0	0	41641	0	0	51.09	5345	8973	5.79	0
94	8	31	112.17	0	5238	0	0	0	40104	0	0	33.20	4130	9054	7.12	0
94	9	1	116.55	0	4563	0	0	0	37196	0	0	35.94	8434	8829	7.15	0
94	9	2	123.94	0	5166	0	0	0	35688	0	0	40.10	11439	9000	5.89	0
94	9	3	130.21	0	5256	0	0	0	34643	0	0	46.79	12199	9027	6.24	0
94	9	4	130.29	0	5229	0	0	0	37454	0	0	44.66	9754	8964	4.88	0
94	9	5	129.21	0	5175	0	0	0	36447	0	0	33.02	4943	8991	5.94	0
94	9	6	108.50	0	5166	0	0	0	52657	0	0	40.41	9661	8946	6.58	0
94	9	7	139.15	0	5265	0	0	0	51873	0	0	45.89	9742	8955	6.89	0
94	9	8	144.42	0	5274	0	0	0	38250	0	0	40.94	8718	8937	6.92	4
94	9	9	124.03	0	5022	0	0	0	25297	0	0	33.11	4482	8955	6.58	0
94	9	10	97.46	0	4779	0	0	0	33956	0	0	39.95	11888	8955	6.23	0
94	9	11	119.81	0	5220	0	0	0	34245	0	0	42.41	8183	8982	6.93	0
94	9	12	121.57	0	5310	0	0	0	35491	0	0	39.99	7797	8955	6.72	0
94	9	13	122.49	0	5373	0	0	0	28774	0	0	49.60	12074	8982	6.92	0
94	9	14	126.91	0	5418	0	0	0	28043	0	0	52.47	11963	9027	6.04	0
94	9	15	128.30	0	5229	0	0	0	28366	0	0	35.21	4012	8946	11.52	0
94	9	16	106.05	0	5310	0	0	0	29803	0	0	45.07	7666	8901	5.78	0
94	9	17	117.57	0	5283	0	0	0	32845	0	0	43.19	10208	8955	6.96	0
94	9	18	122.40	0	5247	0	0	0	31690	0	0	47.31	11373	9036	7.02	0
94	9	19	125.75	0	5265	0	0	0	31690	0	0	47.79	9890	8991	6.03	0
94	9	20	128.05	0	5310	0	0	0	30672	0	0	50.91	10846	9018	6.90	0
94	9	21	128.36	0	5310	0	0	0	30657	0	0	49.41	9256	9036	6.94	0
94	9	22	126.43	0	4968	0	0	0	31149	0	0	49.41	6677	9081	5.90	0
94	9	23	104.22	0	5292	0	0	0	34228	0	0	34.28	6677	9081	5.90	0
94	9	24	105.68	0	5211	0	0	0	32725	0	0	35.74	6666	9063	6.83	0
94	9	25	106.40	0	5265	0	0	0	30772	0	0	35.89	3210	8946	6.96	0
94	9	26	100.66	0	5346	0	0	0	28073	0	0	33.63	3971	8991	5.95	0
94	9	27	143.89	0	5373	0	0	0	62817	0	0	40.21	5521	8973	6.73	0
94	9	28	142.51	0	5364	0	0	0	60611	0	0	40.21	4725	8991	6.64	0
94	9	29	130.20	0	5355	0	0	0	55138	0	0	34.57	7932	9009	6.56	0
94	9	30	111.65	0	5112	0	0	0	34990	0	0	33.87	6673	9063	6.88	0

AN	MO	JO	1 EEHse NJ	2 Eetve kJ	3 EEfrig kJ	4 EBdish kJ	5 EWash kJ	6 EEdyvr kJ	7 EELite kJ	8 EBout kJ	9 EEctnp kJ	10 EEGthp NJ	11 EBres kJ	12 EEHrvf kJ	13 EEewt NJ	14 EBErgf kJ
94	10	1	121.78	0	5040	0	0	0	39201	0	0	37.14	10373	9036	6.12	0
94	10	2	112.31	0	4446	0	0	0	39130	0	0	33.05	4744	8955	6.83	0
94	10	3	113.30	0	4500	0	0	0	43225	0	0	31.63	5727	8577	5.87	0
94	10	4	119.94	0	4707	0	0	0	46676	0	0	33.35	5005	9072	5.97	0
94	10	5	122.30	0	4761	0	0	0	46694	0	0	33.26	6264	9036	6.56	0
94	10	6	119.38	0	4518	0	0	0	46783	0	0	33.45	6180	9072	5.11	0
94	10	7	132.99	0	4833	0	0	0	48287	0	0	38.49	12332	9063	5.15	0
94	10	8	137.01	0	4941	0	0	0	46562	0	0	44.39	10752	8955	6.43	0
94	10	9	124.34	0	5427	0	0	0	45449	0	0	36.73	6605	9000	6.60	0
94	10	10	129.74	0	5175	0	0	0	47428	0	0	36.99	10315	8991	6.63	0
94	10	11	136.73	0	5112	0	0	0	48424	0	0	41.77	11454	9036	6.70	0
94	10	12	136.21	0	5013	0	0	0	48443	0	0	41.84	10427	9036	6.55	0
94	10	13	138.66	0	5157	0	0	0	48378	0	0	44.12	10421	9036	4.33	0
94	10	14	128.83	0	5166	0	0	0	42519	0	0	40.93	8060	9108	7.04	0
94	10	15	126.93	0	4995	0	0	0	38937	0	0	41.76	10148	9045	6.85	0
94	10	16	123.87	0	4986	0	0	0	36529	0	0	40.87	8968	9072	7.26	0
94	10	17	108.72	0	4689	0	0	0	30448	0	0	35.95	6783	9027	6.19	0
94	10	18	110.75	0	4644	0	0	0	37056	0	0	33.57	3426	9207	7.58	5
94	10	19	115.90	0	4338	0	0	0	42177	0	0	33.43	4188	9297	5.05	0
94	10	20	113.63	0	4401	0	0	0	40779	0	0	33.29	3634	9315	5.91	0
94	10	21	115.69	0	4761	0	0	0	39711	0	0	33.18	5823	9315	5.92	0
94	10	22	110.19	0	4365	0	0	0	38279	0	0	33.29	3250	9360	6.59	0
94	10	23	130.00	0	4752	0	0	0	49238	0	0	33.19	7395	9288	6.16	0
94	10	24	116.65	0	5121	0	0	0	32752	0	0	38.11	10922	9342	3.89	0
94	10	25	108.52	0	4860	0	0	0	34648	0	0	33.36	3465	9360	10.70	0
94	10	26	111.12	0	4509	0	0	0	37092	0	0	33.45	3681	9297	7.42	0
94	10	27	111.85	0	3915	0	0	0	39130	0	0	33.62	3230	9405	5.41	0
94	10	28	120.23	0	4392	0	0	0	40967	0	0	33.48	8159	9333	5.16	0
94	10	29	114.88	0	4617	0	0	0	38842	0	0	33.24	7221	9261	4.80	0
94	10	30	120.35	0	5067	0	0	0	37972	0	0	36.52	8668	9342	4.10	0
94	10	31	109.29	0	4590	0	0	0	36855	0	0	33.35	4339	9270	6.84	0
94	11	1	59.15	0	1800	0	0	0	23182	0	0	16.70	1363	4599	3.58	0
94	11	2	119.12	0	3897	0	0	0	42246	0	0	37.65	3318	9144	6.40	0
94	11	3	134.08	0	4338	0	0	0	42814	0	0	45.54	9052	9351	3.96	0
94	11	4	117.39	0	4257	0	0	0	44050	0	0	33.45	3404	9297	4.42	0
94	11	5	116.00	0	3717	0	0	0	43758	0	0	33.43	4320	9225	6.94	0
94	11	6	122.25	0	5706	0	0	0	37324	0	0	43.57	2031	9234	7.98	0
94	11	7	137.94	0	4590	0	0	0	43694	0	0	47.26	9217	9306	4.88	0
94	11	8	115.69	0	4257	0	0	0	42955	0	0	33.37	3487	9279	5.62	0
94	11	9	122.97	0	4293	0	0	0	46022	0	0	33.20	6830	9198	6.92	0
94	11	10	138.55	0	3663	0	0	0	49319	0	0	50.28	2810	9270	5.37	0
94	11	11	149.10	0	4293	0	0	0	48891	0	0	39.17	6235	9288	6.36	0
94	11	12	131.61	0	4131	0	0	0	49134	0	0	45.72	8176	9270	5.40	0
94	11	13	138.96	0	4068	0	0	0	49077	0	0	39.22	4253	9234	7.02	0
94	11	14	127.75	0	3834	0	0	0	49576	0	0	33.58	7149	9315	7.40	0
94	11	15	128.70	0	4248	0	0	0	49079	0	0	33.73	7362	9270	5.62	0
94	11	16	127.81	0	3969	0	0	0	49473	0	0	40.75	8819	9279	3.92	0
94	11	17	135.76	0	4111	0	0	0	49120	0	0	33.53	3948	9180	6.23	0
94	11	18	122.73	0	4111	0	0	0	49621	0	0	33.45	7460	9243	4.93	0
94	11	19	127.08	0	4356	0	0	0	49832	0	0	33.66	8545	9288	3.04	0
94	11	20	128.30	0	4401	0	0	0	49803	0	0	45.81	1800	9252	3.81	0
94	11	21	134.66	0	3708	0	0	0	49945	0	0	40.49	3746	9234	4.90	0
94	11	22	130.12	0	4059	0	0	0	49714	0	0	62.98	4744	9207	2.57	0
94	11	23	155.09	0	3960	0	0	0	49714	0	0	62.60	7202	9171	7.81	0
94	11	24	158.88	0	4068	0	0	0	49568	0	0	56.72	6677	9243	3.17	0
94	11	25	145.97	0	3726	0	0	0	49835	0	0	53.43	6385	9216	5.45	0
94	11	26	146.49	0	3987	0	0	0	49270	0	0	61.11	7046	9207	3.42	0
94	11	27	153.69	0	4050	0	0	0	49071	0	0	83.40	881	9054	2.74	0
94	11	28	171.04	0	3546	0	0	0	50100	2	0	70.04	4678	9207	6.46	0
94	11	29	162.24	0	3852	0	0	0	49858	0	0	84.80	2534	9207	4.98	0
94	11	30	174.10	0	3924	0	0	0		0	0					

TN conseil, Conseillers en technologie de l'environnement inc.

7744, rue Sherbrooke est, bureau 204
 Montréal, Qc, H1L 1A1, Canada

Tel: (514) 352-2400
 Fax: (514) 352-2155

AN	MO	JO	1 EEhse MJ	2 Estve kJ	3 EEfrig kJ	4 EEdish kJ	5 EEwash kJ	6 EEdryr kJ	7 EElite kJ	8 EEout kJ	9 EEctnp kJ	10 EEghp MJ	11 EEres kJ	12 EEhrv kJ	13 EEwt MJ	14 EErgf kJ
94	12	1	171.03	0	3501	0	0	0	49937	0	0	78.46	5271	9198	4.26	0
94	12	2	163.16	0	4059	0	0	0	50290	0	0	60.04	9798	9234	6.50	0
94	12	3	143.26	0	3699	0	0	0	50211	0	0	54.76	5102	8541	5.34	0
94	12	4	164.50	0	3519	0	0	0	50503	0	0	77.76	9202	9243	5.98	0
94	12	5	168.72	0	4005	0	0	0	46411	0	0	72.67	2310	9126	6.13	0
94	12	6	159.31	0	3933	0	0	0	41573	0	0	89.86	1956	9027	7.24	0
94	12	7	174.65	0	3924	0	0	0	41968	0	0	65.56	5664	8955	5.59	0
94	12	8	158.66	0	3636	0	0	0	46311	0	0	104.78	9354	9000	3.98	0
94	12	9	192.28	0	3888	0	0	0	45824	0	0	95.70	2932	8964	3.38	0
94	12	10	187.00	0	3744	0	0	0	47035	0	0	97.91	5937	8973	3.43	0
94	12	11	184.99	0	3582	0	0	0	46457	0	0	91.88	1876	8964	7.87	0
94	12	12	183.93	0	3753	0	0	0	45934	0	0	98.92	7449	8937	6.00	0
94	12	13	190.75	0	3726	0	0	0	46011	0	0	125.58	8110	8919	5.61	0
94	12	14	217.22	0	3438	0	0	0	45386	0	0	116.68	3456	8883	5.60	0
94	12	15	203.14	0	3771	0	0	0	46382	0	0	114.47	3364	8946	7.41	0
94	12	16	209.17	0	3825	0	0	0	45514	0	0	113.66	10294	8910	7.14	0
94	12	17	212.51	0	3819	0	0	0	45700	0	0	93.13	15167	8910	6.92	0
94	12	18	197.78	0	3843	0	0	0	46789	0	0	72.29	20750	8946	5.30	0
94	12	19	185.15	0	3915	0	0	0	46850	0	0	108.40	22823	8973	4.22	0
94	12	20	196.76	0	3501	0	0	0	46964	0	0	74.04	3675	8937	6.13	0
94	12	21	173.77	0	3843	0	0	0	46964	0	0	63.15	13967	9018	5.14	0
94	12	22	169.68	0	4068	0	0	0	47985	0	0	84.92	21907	9009	5.54	0
94	12	23	176.03	0	3510	0	0	0	47985	0	0	84.23	4985	8991	6.31	0
94	12	24	180.87	0	3870	0	0	0	47517	0	0	66.92	14912	8955	3.38	0
94	12	25	165.67	0	3978	0	0	0	47517	0	0	85.21	10427	9000	2.98	0
94	12	26	180.69	0	3492	0	0	0	46733	0	0	100.45	2358	8622	3.59	0
94	12	27	174.29	0	3753	0	0	0	35354	0	0	98.96	2660	8946	3.95	0
94	12	28	173.22	0	3870	0	0	0	35601	0	0	83.86	10028	8919	5.65	0
94	12	29	178.12	0	3600	0	0	0	47120	0	0	105.52	8672	8937	4.47	0
94	12	30	198.93	0	3672	0	0	0	46201	0	0	131.78	5144	8910	1.75	0
94	12	31	221.12	0	3708	0	0	0	45553	0	0	121.87	9769	8883	2.74	0
95	1	1	213.82	0	3429	0	0	0	44900	0	0	116.02	20952	8946	0.79	0
95	1	2	222.19	0	3816	0	0	0	46571	0	0	97.51	23352	8514	24.42	0
95	1	3	216.95	0	3492	0	0	0	39344	0	0	100.59	16937	8955	5.88	0
95	1	4	198.15	0	3618	0	0	0	42280	0	0	121.22	15903	8956	0.50	0
95	1	5	214.41	0	3744	0	0	0	38920	0	0	121.77	19548	8937	4.66	0
95	1	6	214.41	0	3852	0	0	0	37077	0	0	104.21	20138	8928	7.26	0
95	1	7	200.89	0	3591	0	0	0	37256	0	0	106.43	8955	8955	3.39	0
95	1	8	199.06	0	3870	0	0	0	37428	0	0	79.83	19043	8244	2.73	0
95	1	9	167.65	0	3600	0	0	0	32075	0	0	101.63	20668	8244	2.73	0
95	1	10	189.21	0	3465	0	0	0	35809	0	0	165.63	14071	8955	0.66	0
95	1	11	247.21	0	3672	0	0	0	35432	0	0	140.94	7584	8820	4.09	0
95	1	12	225.52	0	3780	0	0	0	34727	0	0	116.26	8847	8847	7.67	0
95	1	13	196.87	0	3510	0	0	0	34228	0	0	99.81	8095	8946	3.83	0
95	1	14	184.60	0	3933	0	0	0	31672	0	0	89.31	14654	8910	8.14	0
95	1	15	179.76	0	3861	0	0	0	31871	0	0	88.22	20524	8937	8.01	0
95	1	16	180.50	0	3996	0	0	0	32242	0	0	100.80	21320	8964	8.17	0
95	1	17	188.83	0	3528	0	0	0	32444	0	0	98.73	15651	8920	5.55	0
95	1	18	187.35	0	3897	0	0	0	37748	0	0	99.95	14006	8962	3.15	0
95	1	19	195.81	0	3600	0	0	0	38358	0	0	99.08	18018	8964	2.02	0
95	1	20	180.20	0	3915	0	0	0	38152	4	0	95.45	20076	8856	2.36	0
95	1	21	191.73	0	3906	0	0	0	37865	0	0	106.02	20293	8856	3.31	0
95	1	22	206.64	0	3606	0	0	0	37528	0	0	101.64	20293	8856	7.28	0
95	1	23	198.66	0	3600	0	0	0	38497	0	0	105.49	20366	8937	5.98	0
95	1	24	202.76	0	3870	0	0	0	38196	0	0	85.23	20451	8928	7.71	0
95	1	25	183.85	0	3951	0	0	0	38196	0	0	75.25	21788	8928	2.42	0
95	1	26	171.53	0	3636	0	0	0	38121	0	0	86.85	21135	8937	3.52	0
95	1	27	179.02	0	3933	0	0	0	38063	0	0	83.42	15321	8919	4.22	0
95	1	28	174.62	0	3906	0	0	0	37435	0	0	73.73	15282	8946	7.33	0
95	1	29	164.45	0	3726	0	0	0	37841	0	0	78.29	14816	8946	0.70	0
95	1	30	168.45	0	3762	0	0	0	37884	0	0	99.46	13906	8919	3.14	0
95	1	31	180.85	0	3834	0	0	0	37903	0	0	59.46	5863	8919	3.00	0

AN	MO	JO	EEhse kWh	1	Estve kWh	2	EEfrig kWh	3	EEdish kWh	4	EEwash kWh	5	EEdryr kWh	6	EElite kWh	7	EEout kWh	8	EEctnp kWh	9	EEgthp kWh	10	EEres kWh	11	EEhrvf kWh	12	EEewt kWh	13	EErgf kWh	14	
			13164.9 ¹	1.5	421.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3323.4	91.2	0.0	5000.0	865.7	693.0	486.2	0.2												
TOTALS (kWh)																															

Somme des compt. COPILLOT: 10883
 Monit.+ Domo.: 2161
 (=270 + 20) W

13047 pour 343 jours = EEhse (13165 kWh ou 1% d'erreur)

Compteur d'Hydro-Québec entre le 2/2/95 et le 1/2/95 (365 jours): 13970 kWh (

1- Le système de monitoring n'a pas fonctionné pendant 22 jours au cours du mois de juin. En considérant que l'énergie électrique moyenne consommée au cours de cette période était de l'ordre de 36 kWh/j (792 kWh pour les 22 jours), on peut évaluer la consommation annuelle enregistrée par le système de monitoring à 13957 kWh (EEhse), soit une erreur de seulement 0.002% par rapport à la valeur enregistrée par le compteur d'Hydro-Québec.

TN conseil, Conseillers en technologie de l'environnement inc.

7744, rue Sherbrooke est, bureau 204
 Montréal, Qc, H1L 1A1, Canada

Tel: (514) 352-2400
 Fax: (514) 352-2155

ANNEXE #2

MAISON PERFORMANTE DE L'APCHQ
Contribution journalière des différentes sources de
chauffage du 1^{er} février 94 au 30 avril 94, et du 1 sept
94 au 31 janvier 94.

AN	MO	JO	Temp int. °C	Temp ext. °C	Charg. therm. kWh	Ehst kJ	1	2	3	4	5	6	Gains int. kWh	Gains sol. kWh	Hor sol. kJ/m ²	Hse sol. kJ/m ²	Hsud sol. kJ/m ²	Hso sol. kJ/m ²
							Ehgl	EEgtbk	EEgthp	Chauff.	EEhse	EBout						
94	4	1	21.5	1.8	70.9	0	0	0	18.11	5.03	68.07	1503	13.46	52.43	3086	3086	4475	8457
94	4	2	20.3	-1.5	78.5	0	0	0	33.54	9.32	127.85	2743	25.44	43.73	13376	11853	9474	5853
94	4	3	19.3	3.3	57.6	0	0	0	33.49	9.30	129.17	2749	25.81	22.48	5066	1538	1924	2056
94	4	4	20.2	2.7	63.0	0	0	0	33.45	9.29	137.35	2729	28.10	25.61	22948	14213	17461	18469
94	4	5	20.5	5.5	54.0	0	0	0	33.35	9.26	131.12	2736	26.40	18.34	6980	2333	3010	3386
94	4	6	19.4	0.8	67.0	0	0	0	33.57	9.33	131.44	2730	26.42	31.22	4876	2336	2513	2797
94	4	7	19.2	2.5	60.1	14132	0	0	40.45	15.16	136.41	2739	25.89	19.06	9279	4710	5246	8765
94	4	8	21.0	2.4	67.0	0	0	0	33.75	9.38	132.69	2738	26.72	30.86	24718	19155	19867	21412
94	4	9	21.5	6.6	53.6	0	0	0	33.56	9.32	127.10	2753	25.22	19.10	11521	5971	6330	5452
94	4	10	22.2	8.4	49.7	0	0	0	33.73	9.32	146.11	2758	28.90	9.86	22323	12397	15460	16812
94	4	11	23.4	4.7	67.3	0	0	0	33.56	9.32	137.30	2754	28.05	29.95	24130	16500	17325	17167
94	4	12	23.6	6.4	58.3	0	0	0	36.2	10.06	133.98	2750	26.40	24.75	20925	14847	14902	12858
94	4	13	22.6	6.4	58.3	0	0	0	33.27	9.24	121.66	2750	23.79	25.29	2824	585	756	718
94	4	14	21.6	8.6	46.8	0	0	0	33.32	9.28	118.05	2741	22.77	14.77	9779	4045	4429	4191
94	4	15	22.9	12.9	36.0	0	0	0	16.93	4.70	70.72	1421	14.55	23.59	6859	1439	2896	7022
94	4	16	22.4	10.5	42.8	0	0	0	32.41	9.00	130.82	2663	26.60	25.96	11232	6871	5631	4402
94	4	17	21.5	4.4	63.6	0	0	0	47.3	21.02	152.43	2741	28.44	9.58	17605	5713	8707	14184
94	4	18	20.5	4.1	59.0	28380	0	0	41.03	15.76	139.02	2745	26.46	-2.62	20216	6999	11381	15130
94	4	19	22.1	11.1	39.6	15723	0	0	31.98	8.88	117.22	2642	22.94	22.89	13921	4841	6676	9768
94	4	20	22.0	6.8	54.7	0	0	0	49.66	22.75	143.62	2742	25.34	18.15	18218	14413	10842	8021
94	4	21	22.5	4.1	66.2	32235	0	0	35.84	9.56	126.17	2753	24.33	34.84	19331	11452	9998	11795
94	4	22	22.5	3.3	69.1	0	0	0	44.43	18.22	138.48	2754	25.36	12.94	22099	14485	12964	11618
94	4	23	23.3	7.6	56.5	21145	0	0	35.64	9.83	126.15	2772	24.44	10.73	10404	2716	4428	7108
94	4	24	23.3	10.8	45.0	0	0	0	41.77	15.59	122.52	2759	21.66	23.59	1599	27	65	95
94	4	25	23.3	8.2	54.4	0	0	0	51.54	23.14	138.90	2755	23.50	-6.32	12643	3913	5585	8600
94	4	26	22.5	5.6	60.8	14338	0	0	33.56	9.32	126.66	2751	25.10	34.54	26056	16901	15032	14500
94	4	27	23.1	11.9	40.3	31754	0	0	41.3	15.20	138.04	2783	26.10	21.38	4270	1309	1551	1573
94	4	28	23.8	4.8	68.4	0	0	0	33.63	9.34	124.67	2778	24.52	21.38	4270	1309	1551	1573
94	4	29	22.6	7.1	55.8	0	0	0	35.94	9.98	116.55	0	23.29	6.87	19599	11294	7543	8708
94	4	30	23.2	9.7	48.6	13421	0	0	40.1	11.14	123.94	0	23.39	7.33	16840	10306	11338	10005
94	9	1	24.5	13.6	39.2	0	0	0	47.14	13.09	130.21	0	23.08	7.75	20799	15082	15235	14793
94	9	2	24.7	13.1	41.8	0	0	0	46.79	13.00	130.29	0	23.19	6.65	21747	14743	15548	16555
94	9	3	24.8	12.6	43.9	0	0	0	44.66	12.41	129.21	0	23.49	2.27	17277	15157	12672	7178
94	9	4	24.8	12.9	42.8	0	0	0	33.02	9.17	108.50	0	20.97	5.50	4458	1199	1370	1563
94	9	5	24.9	14.3	38.2	0	0	0	40.41	11.23	139.15	0	27.43	-3.73	14940	10809	10875	7731
94	9	6	24.4	14.5	35.6	0	0	0	45.89	12.75	144.42	0	27.37	-8.44	15655	9824	10859	9795
94	9	7	24.6	14.9	34.9	0	0	0	33.11	9.20	97.46	0	17.87	17.21	9573	2734	3906	5541
94	9	8	25.0	16.2	31.7	0	0	0	39.95	11.10	119.81	0	22.18	-0.16	15333	10224	10498	10710
94	9	9	24.9	13.8	40.0	276	0	0	42.41	11.78	121.57	0	21.99	-3.17	13864	9146	10225	7857
94	9	10	24.5	12.2	44.3	0	0	0	39.99	11.20	122.49	0	22.92	-8.56	9811	4782	5335	4912
94	9	11	24.7	15.5	33.1	0	0	0	49.6	13.78	126.91	0	21.47	-1.41	18720	13171	15834	16189
94	9	12	24.9	16.4	30.6	0	0	0	52.47	14.58	128.30	0	21.06	1.08	18306	14916	16785	16317
94	9	13	25.0	17.9	25.6	336	0	0	35.21	9.78	106.05	0	19.68	-0.30	6019	1412	2353	4666
94	9	14	25.2	15.8	33.8	0	0	0	45.07	12.52	117.57	0	20.14	-11.42	11662	5373	7045	7988
94	9	15	25.2	15.0	36.7	0	0	0	43.19	12.00	122.40	0	22.00	12.80	14881	13330	12256	9027
94	9	16	24.9	16.8	29.2	0	0	0	47.31	13.14	125.75	0	22.00	10.07	19652	15152	17481	17849
94	9	17	25.1	19.2	21.2	0	0	0	47.79	13.27	125.05	0	21.46	-8.10	15264	9020	12103	14537
94	9	18	24.9	11.9	46.8	0	0	0	50.91	14.14	128.36	0	21.51	-5.78	15798	11087	12694	13085
94	9	19	24.9	12.4	45.0	0	0	0	49.41	13.72	126.43	0	21.39	-5.60	15011	10497	12014	11465
94	9	20	24.9	17.5	26.6	0	0	0	34.28	9.52	104.22	0	19.43	8.13	7084	2326	2735	2988
94	9	21	25.2	16.9	29.9	0	0	0	35.74	9.93	105.68	0	19.43	-0.56	6346	2157	2443	2755
94	9	22	25.1	16.9	29.5	0	0	0	35.89	9.97	106.40	0	19.59	-5.44	7920	3046	3306	3460
94	9	23	25.0	14.7	37.1	0	0	0	33.63	9.34	100.66	0	18.62	-3.48	4656	1717	1760	1686
94	9	24	24.7	16.7	28.8	0	0	0	40.21	11.17	143.89	0	28.80	-16.93	7410	2150	3877	6370
94	9	25	24.9	18.2	24.5	0	0	0	40.32	11.20	142.51	0	28.39	-6.83	9205	6072	5647	4399
94	9	26	25.0	18.6	23.0	0	0	0	34.57	9.60	130.20	0	26.56	7.75	7892	2764	3945	4970
94	9	27	25.0	16.0	32.8	0	0	0	33.87	9.41	111.65	0	21.61	24.79	11851	8359	9042	7074
94	9	28	24.9	12.7	43.9	0	0	0										
94	9	29	24.9	12.7	43.9	0	0	0										
94	9	30	24.3	8.8	55.8	0	0	0										

AN	MO	JO	Temp ext. °C	Temp int. °C	Charg. therm. kWh	Ehst kJ	2 Ehgl kJ	3 EEgtbk MJ	4 EBgtip MJ	5 kWh	6 EEout kJ	Gains int. kJ	Gains sol. kWh	Hor sol. kJ/m2	Hse sol. kJ/m2	Hsud sol. kJ/m2	Hso sol. kJ/m2
94	10	1	24.2	8.6	56.2	0	0	37.14	10.32	121.78	0	23.51	22.33	13575	14103	13060	7879
94	10	2	23.6	7.4	53.3	0	0	33.05	9.18	112.31	0	22.02	27.12	10014	4311	5941	6616
94	10	3	23.3	8.5	53.3	0	0	31.63	8.79	113.30	0	22.69	21.81	9629	8421	7401	4975
94	10	4	23.4	8.5	53.6	0	0	33.35	9.26	119.94	0	24.05	20.32	9230	7984	7234	4000
94	10	5	23.4	7.8	56.2	0	0	33.26	9.24	122.30	0	24.73	22.19	11348	6609	8273	8099
94	10	6	22.8	9.3	48.6	0	0	33.45	9.28	119.38	0	23.87	15.44	6507	1933	3351	4030
94	10	7	24.0	14.1	35.6	684	0	38.49	10.88	132.99	0	26.25	-1.49	14182	9482	13686	15188
94	10	8	24.0	15.5	33.5	0	0	44.39	12.33	137.01	0	25.73	-4.58	12081	9355	11647	10017
94	10	9	24.0	14.5	37.4	0	0	36.73	10.20	124.34	0	24.34	2.90	5537	6146	5228	2216
94	10	10	24.6	7.7	60.8	0	0	36.99	10.28	129.74	0	25.76	24.80	12709	10991	12404	11044
94	10	11	24.4	4.6	70.6	0	0	41.77	11.60	136.73	0	26.38	32.58	14989	12665	16766	17025
94	10	12	24.4	6.7	63.7	0	0	41.84	11.62	136.21	0	26.21	25.88	14034	11865	16170	16136
94	10	13	24.6	9.6	54.0	0	0	44.12	12.26	138.66	0	26.26	15.48	13519	11874	15766	14812
94	10	14	24.6	7.7	60.8	310	0	40.93	11.46	128.83	0	24.42	24.97	13860	9404	14884	16377
94	10	15	24.3	5.2	68.8	0	0	41.76	11.60	126.93	0	23.66	33.50	14306	12799	17133	17140
94	10	16	24.3	6.5	64.1	0	0	40.87	11.35	123.87	0	23.05	29.67	13498	12382	16748	16612
94	10	17	24.2	7.4	60.5	570	0	35.95	10.14	108.72	0	20.21	30.12	9999	10094	6052	6052
94	10	18	22.8	8.3	52.2	182	0	33.57	9.38	110.75	0	21.44	21.39	3393	1171	1275	1212
94	10	19	21.8	11.7	36.4	0	0	33.43	9.29	115.90	0	22.91	4.17	4532	1558	1883	1927
94	10	20	22.1	14.1	28.8	0	0	33.29	9.25	113.63	0	22.32	-2.76	3239	756	2121	3401
94	10	21	23.4	14.1	33.5	0	0	33.18	9.22	115.69	0	22.92	1.34	8447	6136	6953	5215
94	10	22	23.0	11.3	42.1	114	0	33.29	9.25	110.19	0	21.36	11.51	3225	892	1298	1680
94	10	23	23.4	13.6	35.3	145	0	33.19	9.25	110.19	0	26.89	-0.86	8549	5404	7824	7859
94	10	24	23.2	9.4	49.7	145	0	38.11	10.59	116.65	0	21.82	14.76	10806	11303	14910	11676
94	10	25	23.2	9.4	49.7	145	0	33.36	9.31	108.52	0	20.88	19.50	7148	2827	6326	8397
94	10	26	22.4	7.8	52.6	0	0	33.45	9.29	111.12	0	21.58	21.69	7150	8600	8419	4709
94	10	27	21.8	7.1	52.9	0	0	33.62	9.34	111.85	0	21.73	21.85	6289	3267	4471	4698
94	10	28	22.2	8.7	48.6	0	0	33.48	9.30	120.23	0	24.10	15.20	10525	9251	14633	13760
94	10	29	23.0	12.7	37.1	0	0	33.24	9.23	114.88	0	22.68	5.17	8354	5530	8044	7228
94	10	30	24.0	11.6	44.6	0	0	36.52	10.14	120.35	0	23.29	11.21	9856	10005	15522	14085
94	10	31	22.6	7.9	52.9	0	0	33.35	9.26	109.29	0	21.09	22.56	3236	1881	1909	1435
94	11	1	20.4	7.3	47.2	0	0	16.7	4.64	59.15	0	11.79	30.73	304	2	17	23
94	11	2	19.8	5.7	50.8	9457	0	37.65	13.09	119.12	0	22.63	15.04	2903	796	1128	1339
94	11	3	21.9	5.6	58.7	26585	0	45.54	20.03	134.08	0	24.59	14.05	10209	11701	17750	15717
94	11	4	21.4	8.5	46.4	0	0	33.45	9.29	117.39	0	22.34	13.83	1079	102	146	161
94	11	5	21.0	12.5	30.6	0	0	33.43	9.29	116.00	0	22.94	-1.62	439	1	12	10
94	11	6	20.4	7.8	45.4	0	0	43.57	18.20	122.25	0	21.86	5.31	1406	210	339	353
94	11	7	22.3	5.7	59.8	21947	0	47.26	21.29	137.94	0	25.19	13.28	10128	11646	17432	15577
94	11	8	21.5	7.7	49.7	29400	0	33.2	9.22	122.97	0	22.87	17.54	4402	1525	3342	4251
94	11	9	21.8	7.4	51.8	0	0	33.2	9.22	122.97	0	24.94	17.68	8358	6992	11324	10740
94	11	10	20.9	2.5	66.2	34382	0	50.3	23.62	149.10	0	27.44	23.45	9264	9783	16100	15769
94	11	11	22.0	1.3	74.5	34744	0	50.3	23.62	149.10	0	25.68	30.54	7000	5147	7875	7691
94	11	12	21.3	1.8	70.2	21166	0	45.72	19.75	138.96	0	25.90	19.51	7360	6779	10120	9817
94	11	13	21.7	3.6	65.2	25392	0	33.52	14.03	127.75	0	24.59	6.02	3186	1285	1764	1834
94	11	14	21.0	8.6	44.6	11297	0	33.58	9.33	128.70	0	26.42	11.41	6641	4742	9259	11016
94	11	15	21.8	8.7	47.2	0	0	33.73	9.37	127.81	0	26.13	36.86	7957	8841	12871	12226
94	11	16	21.8	1.7	72.4	0	0	40.75	15.37	135.76	0	26.39	35.28	8855	10559	15496	14934
94	11	17	22.2	0.8	77.0	14585	0	33.53	9.31	122.73	0	24.78	12.71	4857	2430	4084	4655
94	11	18	21.3	8.3	46.8	0	0	33.45	9.29	127.08	0	26.01	14.02	7107	7525	11792	11329
94	11	19	22.0	8.3	49.3	0	0	33.66	9.35	128.30	0	26.29	38.16	8381	10438	16134	15018
94	11	20	22.4	1.9	73.8	0	0	45.81	19.72	134.66	0	24.68	10.68	1684	503	594	572
94	11	21	20.8	5.5	55.1	25185	0	40.49	15.26	130.12	0	24.90	19.96	4605	2095	6074	7940
94	11	22	20.8	4.1	60.1	14456	0	62.98	34.28	155.09	0	25.59	33.73	6977	4707	10719	12904
94	11	23	20.8	-5.2	93.6	60436	0	62.6	32.54	158.88	0	26.74	38.64	8191	10021	14992	13402
94	11	24	21.0	-6.2	97.9	54529	0	56.72	28.73	149.97	0	25.90	20.24	7037	4550	11068	12960
94	11	25	21.0	0.3	74.9	46722	0	53.43	25.82	146.49	0	25.85	40.85	7066	7433	12011	11149
94	11	26	21.0	-4.7	92.5	39522	0	61.11	32.24	153.69	0	25.72	42.13	8136	9730	14207	12330
94	11	27	20.9	-6.9	100.1	54947	0	83.4	50.03	171.04	2	24.34	0.14	217	20	40	40
94	11	28	20.3	-0.4	74.5	96725	0	70.04	38.01	162.24	0	25.61	-1.70	4389	2205	4427	5335
94	11	29	20.3	3.1	61.9	66783	0	84.8	48.77	174.10	0	24.81	-10.31	3439	1533	2226	2734
94	11	30	20.4	-2.9	83.9	90760	0	84.8	48.77	174.10	0	24.81	-10.31	3439	1533	2226	2734

TN conseil, Conseillers en technologie de l'environnement inc.
7744, rue Sherbrooke est, bureau 204
Montréal, Qc, H1L 1A1, Canada
Tel: (514) 352-2400
Fax: (514) 352-2155

AN	MO	JO	Temp int. °C	Temp ext. °C	Charg. therm. kWh	Ehst kJ	1	2	3	4	5	6	Gains int. kWh	Gains sol. kWh	Hor sol. kJ/m ²	Hse sol. kJ/m ²	Hsud sol. kJ/m ²	Hso sol. kJ/m ²
94	12	1	20.2	-3.3	84.6	77676	0	0	78.46	43.37	171.03	0	25.71	15.52	5655	5898	5598	4649
94	12	2	21.0	3.5	63.0	45723	0	0	60.04	29.38	163.16	0	28.64	4.98	6543	5728	10694	12075
94	12	3	20.4	2.6	64.1	45430	0	0	54.76	27.83	143.26	0	24.58	11.67	2551	1065	2578	3533
94	12	4	20.4	4.2	58.3	60196	0	0	68.05	35.62	164.50	0	26.79	-4.10	3563	2517	2750	2505
94	12	5	20.5	2.7	64.1	74773	0	0	77.76	42.37	168.72	0	25.27	-3.56	210	0	0	0
94	12	6	20.4	4.9	55.8	62842	0	0	72.67	37.64	159.31	0	24.07	-5.91	1866	493	736	785
94	12	7	20.4	-4.1	88.2	90816	0	0	89.86	50.19	174.65	0	23.55	14.46	3632	1406	3404	4007
94	12	8	20.6	-5.5	94.0	52207	0	0	65.56	32.71	158.66	0	25.86	35.39	7040	8364	13935	13851
94	12	9	20.1	-6.1	94.3	118331	0	0	104.78	61.98	192.28	0	24.31	8.04	2188	2290	1870	1051
94	12	10	20.1	-4.9	90.0	99655	0	0	95.7	54.27	187.00	0	25.36	10.37	2197	3503	4274	4628
94	12	11	20.2	-5.0	90.7	101553	0	0	91.88	51.76	183.93	0	24.19	11.12	3374	2802	2779	2335
94	12	12	20.0	-15.2	130.3	94447	0	0	98.92	57.16	190.75	0	25.51	44.05	8811	8795	13618	14508
94	12	13	20.0	-15.2	126.7	106866	0	0	125.58	76.19	217.22	0	25.46	4.92	3154	1479	1570	1904
94	12	14	20.1	-9.5	106.6	148697	0	0	116.68	68.21	203.14	0	24.02	4.97	3957	1984	2350	2771
94	12	15	20.1	-6.9	97.2	128886	0	0	114.47	67.66	209.17	0	26.31	6.83	3886	2126	2414	2638
94	12	16	20.0	-8.0	100.8	129112	0	0	113.66	67.00	212.51	0	27.46	-21.02	1155	465	530	712
94	12	17	19.8	-0.6	73.4	127557	0	0	93.13	52.08	197.78	0	29.07	-16.71	3528	1844	2838	3402
94	12	18	20.0	2.1	64.4	94350	0	0	72.29	37.54	185.15	0	31.35	17.51	6993	7928	13500	14239
94	12	19	20.3	-3.7	86.4	62871	0	0	108.4	63.78	196.76	0	24.54	-1.93	2152	964	1013	1144
94	12	20	19.9	-4.1	86.4	121220	0	0	74.04	38.33	173.77	0	27.70	-7.35	5376	3783	6188	7054
94	12	21	20.1	3.8	58.7	63953	0	0	63.15	31.01	169.68	0	29.59	8.52	6200	7383	12166	12358
94	12	22	20.4	1.2	69.1	48487	0	0	84.92	46.43	176.03	0	25.31	-0.46	2779	1787	1994	2127
94	12	23	20.0	0.2	71.3	82221	0	0	84.23	45.91	180.87	0	26.84	-2.20	4514	2561	4383	5358
94	12	24	20.0	0.4	70.6	81058	0	0	66.92	33.83	165.67	0	27.43	21.54	6068	6244	12125	13420
94	12	25	20.5	-2.5	82.8	54876	0	0	85.21	47.44	180.69	0	26.52	17.48	4020	4020	6733	7008
94	12	26	20.0	-5.4	91.4	85574	0	0	100.45	58.15	174.29	0	20.51	1.98	2798	1159	1456	1652
94	12	27	20.1	-2.3	80.6	108885	0	0	98.96	56.03	173.22	0	26.63	0.38	1553	504	579	723
94	12	28	20.1	-1.3	77.0	102763	0	0	83.86	45.79	178.12	0	26.18	44.67	7499	8827	14667	15103
94	12	29	20.2	-12.2	116.6	80990	0	0	105.52	62.23	198.93	0	25.95	45.38	7206	9056	14450	14337
94	12	30	19.7	-17.4	133.6	118516	0	0	131.78	81.02	221.12	0	24.82	7.20	3203	1736	1891	1889
94	12	31	19.8	-11.6	113.0	159897	0	0	121.87	73.05	213.82	0	25.54	-6.43	2275	1016	1016	1323
95	1	1	19.8	-5.8	92.2	141109	0	0	116.02	68.55	212.19	0	29.49	-10.21	2168	1294	1312	1775
95	1	2	19.8	-4.6	87.8	130778	0	0	97.51	56.68	216.85	0	33.15	6.29	6077	6510	7660	6895
95	1	3	19.6	-7.1	96.1	106544	0	0	100.59	58.50	198.15	0	27.10	20.96	5044	7350	9600	8171
95	1	4	19.9	-9.7	106.6	110006	0	0	121.22	74.23	214.41	0	25.89	14.01	5235	3822	5665	6185
95	1	5	19.6	-12.1	114.1	145990	0	0	121.77	72.47	214.41	0	25.73	-11.80	3343	1636	1729	1921
95	1	6	19.7	-4.3	86.4	139106	0	0	104.21	60.43	200.89	0	26.86	-3.77	493	2755	3356	3884
95	1	7	19.8	-3.4	83.5	113338	0	0	106.43	61.30	199.06	0	25.73	18.45	1128	6209	8028	8129
95	1	8	19.9	-9.4	105.5	114255	0	0	79.83	44.49	167.65	0	24.39	39.83	4553	6635	13276	15712
95	1	9	20.0	-10.2	108.7	80347	0	0	99.81	58.09	184.60	0	24.33	63.28	8277	9806	15349	15608
95	1	10	19.8	-21.1	147.2	113042	0	0	101.63	59.63	189.21	0	24.33	63.28	3243	1539	1652	1873
95	1	11	19.4	-21.7	148.0	207437	16440	0	165.63	108.20	247.21	0	22.66	17.10	989	251	286	504
95	1	12	19.7	-11.8	113.4	33180	160047	0	140.04	92.57	225.52	0	23.74	-2.92	989	841	810	1017
95	1	13	19.9	-3.8	85.3	62803	79730	0	116.26	71.89	196.87	0	22.39	-8.96	1589	841	1435	1761
95	1	14	19.9	-1.1	75.6	76658	32671	0	99.81	58.09	184.60	0	23.55	-6.05	2650	1421	1435	1761
95	1	15	19.8	6.2	49.0	88338	0	0	89.31	49.35	179.76	0	25.12	-25.51	1990	818	880	1092
95	1	16	20.0	3.3	60.1	86806	0	0	88.22	48.62	180.50	0	25.63	-14.13	1422	434	475	567
95	1	17	20.0	0.3	70.9	108101	0	0	100.8	58.03	188.83	0	24.62	-11.56	2324	869	1095	1095
95	1	18	19.9	-1.1	75.6	101910	0	0	98.73	55.73	187.35	0	24.62	-4.75	2814	1010	1129	1342
95	1	19	19.8	0.9	68.0	105127	0	0	99.95	56.97	195.81	0	25.63	-15.55	1686	506	558	715
95	1	20	19.8	1.2	67.0	97917	6250	0	95.45	53.87	191.73	0	26.74	-10.42	2937	1379	1672	1976
95	1	21	19.8	0.3	70.2	98486	0	0	106.02	61.69	206.64	0	27.95	-11.88	3671	1453	1425	1703
95	1	22	19.7	-1.9	77.8	116057	0	0	101.64	58.44	198.66	0	26.95	-6.55	3809	1997	1995	2242
95	1	23	19.7	-2.2	78.8	108740	0	0	105.42	58.44	198.66	0	27.02	-7.74	4550	2209	2470	2931
95	1	24	19.7	-2.7	80.6	115409	0	0	85.23	46.85	202.76	0	27.39	15.04	7737	4983	10289	12667
95	1	25	20.1	-4.7	89.3	83429	0	0	75.25	40.10	171.53	0	26.74	44.75	10508	12183	1715	17276
95	1	26	20.0	-11.0	111.6	69122	0	0	86.85	49.05	179.02	0	25.60	48.47	10165	11769	17729	17874
95	1	27	19.9	-14.3	123.1	89721	0	0	83.42	46.79	174.62	0	25.33	51.00	10087	12008	17820	17792
95	1	28	20.0	-14.2	123.1	85015	0	0	73.73	39.34	164.42	0	25.04	49.22	10776	12455	16842	15311
95	1	29	20.0	-11.6	113.8	67893	0	0	78.29	42.98	168.45	0	25.04	25.21	9213	7855	11883	12743
95	1	30	20.0	-5.9	93.2	76450	0	0	99.46	58.14	180.85	0	22.61	-1.91	3075	1363	1516	1739
95	1	31	19.8	-2.1	78.8	109859	0	0										

TOTAUX:

	1	2	3	4	5	6	Hse sol.	Haud sol.	Hso sol.
Charg. therm.	Ehst	Ehgl	EEgtbk	EEgthp	EEhse	EEout	Gains int.	Gains sol.	
17311 kWh	2313 kJ	368 kJ	33 MJ	3718 MJ	6432 kWh	67 kJ	5997 kWh	4882 kWh	

Résultats:

Chauffage 6 432 kWh
 Gains internes 5 997 kWh
 Gains solaires 4 882 kWh
 Charge thermique 17 311 kWh

Mode chauffage (saison complète):

Ehst: PAC avec le stockage 2313 kWh
 Ehgl: PAC avec le puits 368 kWh
 EEgtbk: PAC avec appoint électrique 33 kWh

Mode automatique seulement(du 1/2/94 au 15/2/94):

PAC avec le puits 82
 PAC avec le stockage 2313
 PAC avec appoint électrique 33

TN conseil, Conseillers en technologie de l'environnement inc.

**7744, rue Sherbrooke est, bureau 204
 Montréal, Qc, H1L 1A1, Canada**

**Tel: (514) 352-2400
 Fax: (514) 352-2155**

ANNEXE #3

MAISON PERFORMANTE DE L'APCHQ
Énergie thermique récupérée par le stockage du 1/2/94
au 31/1/95

MAISON PERFORMANTE DE L'APCHO

Tableau: Énergie thermique récupérée par le stockage du 1er février 94 au 31 janvier 95

Esun: Énergie provenant du solarium
 Egrw: Énergie provenant des eaux grises
 Ee3 : Énergie provenant de la Maison
 Eshs: Énergie provenant du système solaire actif

AN	MO	JO	Esun kJ	Egrw kJ	Ee3 kJ	Eshs kJ	EEres kJ
94	2	1	13186	0	0	1892	11279
94	2	2	8795	0	0	1028	9588
94	2	3	0	0	0	0	6759
94	2	4	7315	0	0	6210	10422
94	2	5	5771	0	0	938	8814
94	2	6	12984	0	0	9065	11356
94	2	7	13747	0	0	7223	11237
94	2	8	7267	0	0	7457	10348
94	2	9	0	0	0	0	5878
94	2	10	14715	0	0	7871	11254
94	2	11	13671	18	62	8828	11140
94	2	12	0	0	0	1818	7711
94	2	13	0	0	0	0	6643
94	2	14	10159	356	0	5531	10449
94	2	15	0	0	0	3914	7954
94	2	16	18793	0	0	6588	12329
94	2	17	9558	0	0	4462	11038
94	2	18	18250	130	6016	12358	12161
94	2	19	20896	0	38318	10625	15301
94	2	20	12091	0	23	3900	11072
94	2	21	15321	0	17507	5710	13174
94	2	22	23237	0	29601	12990	15347
94	2	23	0	0	0	0	5707
94	2	24	0	0	0	0	5477
94	2	25	0	0	0	8223	7959
94	2	26	0	0	0	19705	8745
94	2	27	15573	0	0	9925	11463
94	2	28	19522	0	13239	13104	13614 78.94972
94	3	1	33492	0	41624	17217	16269
94	3	2	31357	0	0	16797	13832
94	3	3	0	0	0	0	5645
94	3	4	19001	0	0	2672	12351
94	3	5	21660	0	0	10193	13617
94	3	6	27406	0	0	19981	13662
94	3	7	0	0	0	0	6723
94	3	8	8878	0	0	0	9070
94	3	9	5152	0	0	10909	9673
94	3	10	0	0	0	0	6626
94	3	11	47400	0	3375	18278	19386
94	3	12	43087	0	13508	19862	19176
94	3	13	0	0	0	0	6177
94	3	14	20174	0	0	5144	11951
94	3	15	0	0	0	0	8407
94	3	16	0	0	0	0	8933
94	3	17	19342	0	0	7013	13406
94	3	18	11477	0	0	18088	10818
94	3	19	11703	0	0	4739	11883
94	3	20	30990	0	0	18026	14849
94	3	21	38638	0	0	16463	15881
94	3	22	0	0	0	0	6920
94	3	23	43619	0	0	14217	16703
94	3	24	0	0	0	0	5653
94	3	25	0	0	0	0	6366
94	3	26	36633	0	18902	16683	17203
94	3	27	0	0	0	0	6476
94	3	28	7661	0	0	2214	11422
94	3	29	15576	0	0	9285	13769
94	3	30	32347	568	38502	19746	18577
94	3	31	21751	0	35631	17220	18069 102.6369

AN	MO	JO	Esun kJ	Egrw kJ	Ee3 kJ	Eshs kJ	EEres kJ
94	4	1	0	13	16	0	4012
94	4	2	5161	0	0	8602	9828
94	4	3	0	0	0	0	6984
94	4	4	26873	0	0	18277	13989
94	4	5	0	0	0	0	7375
94	4	6	0	0	0	0	5906
94	4	7	0	0	0	0	7379
94	4	8	35003	0	0	23004	15388
94	4	9	0	0	0	2883	7837
94	4	10	27804	145	38318	18421	19215
94	4	11	30225	0	6284	20583	16200
94	4	12	24391	0	0	17144	13926
94	4	13	0	0	0	0	6236
94	4	14	0	0	0	0	7169
94	4	15	30968	0	0	19115	15742
94	4	16	0	0	0	0	2573
94	4	16	0	0	14503	0	5942
94	4	17	0	0	0	1685	7273
94	4	18	9790	0	0	7587	11555
94	4	19	21379	0	0	14446	13784
94	4	20	8000	0	0	0	6241
94	4	21	18937	0	0	0	7744
94	4	22	12756	0	0	0	7918
94	4	23	22419	0	0	0	9084
94	4	24	7814	20	0	0	7357
94	4	25	21159	0	0	0	7913
94	4	26	0	0	0	0	5231
94	4	27	37447	0	0	0	8351
94	4	28	50732	0	0	0	10502
94	4	29	0	0	0	0	3733
94	4	30	27427	0	0	0	10276
94	5	1	0	0	0	0	4283
94	5	2	28702	718	0	3436	12794
94	5	3	46117	0	0	18141	15342
94	5	4	46402	0	0	18198	14548
94	5	5	33642	0	0	17210	12673
94	5	6	19743	0	0	8359	12948
94	5	7	32247	0	0	18220	13475
94	5	8	52	5	0	-20	3885
94	5	9	13977	523	0	35427	9374
94	5	10	13272	0	0	24839	10191
94	5	11	15353	0	0	46099	11009
94	5	12	0	0	0	0	4073
94	5	13	13019	685	17418	38473	12698
94	5	14	28527	0	0	73040	11342
94	5	15	5385	0	0	18109	7788
94	5	16	0	0	85483	0	7516
94	5	17	23166	0	80380	0	14473
94	5	18	0	0	56064	0	11680
94	5	19	29212	0	43295	0	14948
94	5	20	13745	215	22985	70901	12836
94	5	21	23337	0	1250	41397	12195
94	5	22	35238	20	47	65474	13458
94	5	23	23048	0	0	54702	11077
94	5	24	22329	0	0	65722	14044
94	5	25	2755	0	0	4312	7487
94	5	26	0	0	653	0	3018
94	5	27	23402	0	0	40046	11857
94	5	28	16062	0	11354	0	10866
94	5	29	25583	0	29679	0	15491
94	5	30	0	0	56751	0	10598
94	5	31	26534	0	29609	2444	14951
94	6	1	2492	104	24852	0	6747
94	6	2	0	0	39485	0	9256
94	6	3	0	0	40569	0	8332
94	6	4	0	0	30957	0	6519
94	6	5	0	0	26487	0	7743
94	6	6	0	0	32724	0	6587
94	6	7	0	0	77543	0	9963
94	6	8	0	0	25315	0	7204
94	6	9	0	0	33663	0	7180
94	6	10	0	0	34231	0	7952
94	6	11	0	0	27526	0	7137
94	6	12	0	0	18470	0	4864

78.5175

95.255

24.85666

AN	MO	JO	Esun kJ	Egrw kJ	Ee3 kJ	Eshs kJ	EEres kJ
94	7	5	538	0	0	0	2515
94	7	6	0	0	0	18887	5286
94	7	7	0	0	0	6275	6314
94	7	8	0	0	0	24629	5917
94	7	9	0	0	0	44890	8415
94	7	10	0	0	0	27625	5789
94	7	11	0	0	0	67529	7336
94	7	12	0	0	0	33372	5209
94	7	13	0	0	0	54568	6055
94	7	14	0	0	0	52898	6664
94	7	15	0	0	0	14999	5418
94	7	16	0	0	0	50911	7442
94	7	17	0	0	0	43528	6049
94	7	18	0	0	0	42426	8726
94	7	19	0	1025	0	25808	6830
94	7	20	0	0	0	65961	6774
94	7	21	0	0	0	44765	4751
94	7	22	0	0	0	42894	9434
94	7	23	0	0	0	34407	6506
94	7	24	0	0	0	57461	8614
94	7	25	0	0	0	51581	6093
94	7	26	0	0	0	46141	7954
94	7	27	0	0	0	59904	9078
94	7	28	0	0	0	0	3729
94	7	29	0	0	0	65199	7797
94	7	30	0	0	0	16795	5376
94	7	31	0	0	0	51017	7335 49.27944
94	8	1	0	0	0	0	51
94	8	2	0	0	0	0	4699
94	8	3	0	0	0	27915	5896
94	8	4	0	0	0	25415	7031
94	8	5	0	0	0	23721	5487
94	8	6	0	0	0	66579	7337
94	8	7	0	0	0	65777	7554
94	8	8	0	0	0	64891	6517
94	8	9	0	0	0	17890	5362
94	8	10	0	0	0	59197	6444
94	8	11	0	0	0	58640	7465
94	8	12	0	0	0	59020	5036
94	8	13	0	0	0	15586	5716
94	8	14	0	0	0	35424	6897
94	8	15	0	0	0	18233	5063
94	8	16	0	0	0	56992	6288
94	8	17	0	0	0	0	3811
94	8	18	0	0	0	0	4867
94	8	19	0	0	0	0	4039
94	8	20	0	0	0	0	3906
94	8	21	0	0	0	0	4203
94	8	22	0	0	0	0	4805
94	8	23	0	0	0	0	6782
94	8	24	0	0	0	0	2911
94	8	25	0	0	0	0	4368
94	8	26	0	0	0	0	3838
94	8	27	0	0	0	0	4209
94	8	28	0	0	0	0	4630
94	8	29	0	0	0	0	5705
94	8	30	0	0	0	0	5345
94	8	31	0	0	0	0	4130 44.55333

AN	MO	JO	Esun kJ	Egrw kJ	Ee3 kJ	Eshs kJ	EEres kJ
94	9	1	5670	0	25073	0	8434
94	9	2	22660	0	0	33714	11439
94	9	3	29679	0	0	67106	12387
94	9	4	28589	0	0	53726	12199
94	9	5	16329	0	0	36753	9754
94	9	6	0	0	0	0	4943
94	9	7	9692	0	0	34126	9661
94	9	8	11438	0	0	34009	9742
94	9	9	6799	0	0	22066	8718
94	9	10	0	0	0	4159	4482
94	9	11	8325	0	0	36534	11888
94	9	12	6643	0	0	33861	8183
94	9	13	1567	0	0	13675	7797
94	9	14	17823	0	0	58442	12074
94	9	15	19484	0	0	52268	11963
94	9	16	0	0	0	0	4012
94	9	17	850	0	0	13105	7666
94	9	18	2760	0	0	40490	10208
94	9	19	9849	0	0	69308	11373
94	9	20	6784	0	0	33845	9890
94	9	21	6459	0	0	36816	10846
94	9	22	3270	0	0	37558	9256
94	9	23	0	0	0	0	6677
94	9	24	0	0	0	0	6666
94	9	25	0	0	0	0	3210
94	9	26	0	0	0	0	3971
94	9	27	0	0	0	0	5521
94	9	28	0	0	0	9455	4725
94	9	29	0	0	0	2899	7932
94	9	30	0	0	0	28322	6673
94	10	1	2853	0	0	40012	10373
94	10	2	0	0	0	11886	4444
94	10	3	0	0	0	14722	5727
94	10	4	0	0	0	15549	5005
94	10	5	0	0	0	25549	6264
94	10	6	0	0	0	0	6180
94	10	7	6038	0	0	40926	12332
94	10	8	4633	0	0	34317	10752
94	10	9	0	0	0	9315	6605
94	10	10	765	0	0	29601	10315
94	10	11	6448	0	0	50026	11454
94	10	12	6245	0	0	44162	10427
94	10	13	6371	0	0	44939	10421
94	10	14	5105	0	0	41628	8060
94	10	15	5134	0	0	49620	10148
94	10	16	4881	0	0	45094	8968
94	10	17	0	0	0	24156	6783
94	10	18	0	0	0	0	3426
94	10	19	0	0	0	0	4188
94	10	20	0	0	0	0	3634
94	10	21	0	0	0	11659	5823
94	10	22	0	0	0	0	3250
94	10	23	0	0	0	10791	7395
94	10	24	4096	0	0	35119	10922
94	10	25	0	0	0	4670	4965
94	10	26	0	0	0	14307	3681
94	10	27	0	0	0	0	3230
94	10	28	3274	0	0	33249	8159
94	10	29	0	0	0	15648	7221
94	10	30	6467	0	0	36189	8668
94	10	31	0	0	0	0	4339

71.22777

61.98861

AN	MO	JO	Esun kJ	Egrw kJ	Ee3 kJ	Eshs kJ	EEres kJ
94	11	1	0	0	0	0	1363
94	11	2	0	0	0	0	3318
94	11	3	7649	0	0	31686	9052
94	11	4	0	0	0	0	3404
94	11	5	0	0	0	0	4320
94	11	6	0	0	0	0	2031
94	11	7	9470	0	2145	32434	9217
94	11	8	0	0	0	0	3487
94	11	9	2755	0	0	18729	6830
94	11	10	0	0	0	0	2810
94	11	11	9882	0	11356	31992	10499
94	11	12	0	0	0	7396	6235
94	11	13	2544	0	0	19719	8176
94	11	14	0	0	0	0	4253
94	11	15	3091	0	0	13743	7149
94	11	16	2602	0	0	25446	7362
94	11	17	7283	0	1481	33581	8819
94	11	18	0	0	0	0	3948
94	11	19	625	0	24	19994	7460
94	11	20	4064	0	0	33164	8545
94	11	21	0	0	0	0	1800
94	11	22	0	0	0	0	3746
94	11	23	2064	0	0	8945	4744
94	11	24	5233	0	0	31131	7202
94	11	25	6383	0	0	17057	6677
94	11	26	4514	0	0	22676	6385
94	11	27	5981	0	0	29367	7046
94	11	28	0	0	0	0	881
94	11	29	1518	0	0	2819	4678
94	11	30	0	0	0	0	2534
94	12	1	1960	0	0	4178	5271
94	12	2	15300	0	0	15206	9798
94	12	3	1607	0	0	1606	5102
94	12	4	0	0	0	0	9202
94	12	5	0	0	0	0	2310
94	12	6	0	0	0	0	1956
94	12	7	1190	0	0	0	5664
94	12	8	12574	0	0	17966	9354
94	12	9	0	0	0	0	2932
94	12	10	448	0	0	580	5937
94	12	11	0	0	0	0	1876
94	12	12	6442	0	0	10105	7449
94	12	13	5788	0	0	25248	8110
94	12	14	0	0	0	136	3456
94	12	15	0	0	0	0	3364
94	12	16	0	0	0	0	10294
94	12	17	0	0	0	0	15167
94	12	18	0	0	0	0	20750
94	12	19	10221	0	6349	14855	22823
94	12	20	646	0	0	0	3675
94	12	21	2893	0	0	0	13967
94	12	22	13841	0	7205	8054	21907
94	12	23	3963	0	0	0	4985
94	12	24	3345	0	0	0	11385
94	12	25	16033	0	6943	10380	14912
94	12	26	1244	0	0	755	10427
94	12	27	0	0	0	0	2358
94	12	28	0	0	0	0	2660
94	12	29	8947	0	0	16968	10028
94	12	30	4840	0	0	27265	8672
94	12	31	0	0	0	0	5144

45.5475

72.48194

AN	MO	JO	Esun kJ	Egrw kJ	Ee3 kJ	Eshs kJ	EEres kJ	
95	1	1	0	0	0	0	9769	
95	1	2	98	0	0	0	20952	
95	1	3	0	0	0	0	23352	
95	1	4	3398	0	0	1841	16937	
95	1	5	1279	0	0	5004	15903	
95	1	6	0	0	0	0	19548	
95	1	7	7357	0	0	0	20138	
95	1	8	10641	0	0	8952	19043	
95	1	9	13872	0	968	25938	20668	
95	1	10	16293	5713	0	33613	14071	
95	1	11	0	8334	0	0	7584	
95	1	12	0	1632	0	0	7839	
95	1	13	0	0	0	0	8095	
95	1	14	23734	0	0	0	14654	
95	1	15	47601	0	0	0	20524	
95	1	16	45279	0	0	0	21320	
95	1	17	27737	1621	0	0	15651	
95	1	18	20524	2361	0	0	14006	
95	1	19	32895	536	0	0	18018	
95	1	20	24536	339	0	0	14831	
95	1	21	42293	0	0	0	20076	
95	1	22	37734	0	0	0	20293	
95	1	23	36737	0	0	0	20366	
95	1	24	37201	0	0	0	20451	
95	1	25	50873	179	0	19634	21788	
95	1	26	35596	0	0	42099	21135	
95	1	27	25313	1785	0	47887	15321	
95	1	28	23752	4711	0	49300	15282	
95	1	29	33617	153	0	46356	14816	
95	1	30	26868	1682	0	34638	13906	
95	1	31	0	2852	0	0	5863	142.2777
							866.43	
			794.31	10.12	339.93	1437.21	750.00	COP
			kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	5.6
AN	MO	JO	Esun kJ	Egrw kJ	Ee3 kJ	Eshs kJ	EEres kJ	
Total hiver:			637.67	9.21	104.71	797.13	652.48	
Total été:			156.6330	0.915277	235.2194	640.0775	213.9444	

RECUP. POUR L'ANNÉE (kWh/an)

Réc. serre	794.3	
Réc. eau grise	10.1	
Réc. maison	339.9	
Syst. sol.	1437.2	Total therm.: 2582
Consomm. corr.	557.5	COP: 5.6

RECUP. D'ETE (kWh)

Réc. serre	156.6	
Réc. eau grise	0.9	
Réc. maison	235.2	
Syst. sol.	640.1	Total therm.: 1033
Consomm.	213.9	COP: 5.8

RECUP. HIVER (kWh)

Réc. serre	637.7	
Réc. eau grise	9.2	
Réc. maison	104.7	
Syst. sol.	797.1	Total therm.: 1549
Consomm.	343.6	COP: 5.5