



ANALYSE D'IMPACTS RÉSULTANT DE L'ADOPTION DU CODE NATIONAL DE L'ÉNERGIE POUR LES HABITATIONS (CNEH)



Société
d'habitation
du Québec



Gouvernement du Québec
Ministère des
Ressources naturelles



Hydro
Québec

CSTB
TTBS



Communication en Science et Technologie du Bâtiment
Technology Transfer in Building Science


ANALYSE D'IMPACTS RÉSULTANT DE
L'ADOPTION DU CODE NATIONAL DE L'ÉNERGIE
POUR LES HABITATIONS (CNÉH)

Préparé pour: Gouvernement du Québec


Représenté par: Hydro-Québec
Ressources Naturelles Québec
Société d'Habitation du Québec

Date: Le 1^{er} Octobre 1997

Soumis par:



Mario V. Petrone, arch.



Armand Patenaude, ing., M.Sc.A.

TABLE DES MATIÈRES

ACRONYMES	(iii)
1. SOMMAIRE	1
2. MANDAT	9
3. IMPACTS SUR LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE	9
3.1 Introduction	9
3.2 Calcul de la consommation énergétique (5 maisons types, 5 localités) en fonction des exigences dictées par les divers codes et règlements	10
3.2.1 Choix des maisons types	10
3.2.2 Choix des localités	10
3.2.3 Interprétation des codes, règlements, données et résultats	10
3.2.4 Consommation énergétique et économie d'énergie suite à l'adoption des futurs codes	22
3.2.5 Impact sur la consommation d'énergie au Québec suite à l'adoption du "CNB-95" et/ou du "CNÉH" (pour les années 2000, 2005 et 2010)	23
3.2.6 Analyse des résultats de consommation énergétique et d'économies d'énergie	29
3.2.7 Les points faibles du "CNÉH"	41
4. IMPACTS SUR LES COÛTS DE CONSTRUCTION	48
4.1 Application du CNÉH par rapport au "RÉÉNB + CNB-95"	48
4.2 Coût additionnel dû à l'adoption du "CNÉH + CNB-95" versus le "RÉÉNB + CNB-90"	57
5. COÛT ADDITIONNEL DÛ À L'ADOPTION DU "CNÉH + CNB-95" VERSUS "LA PRATIQUE COURANTE"	57
5.1 Introduction	57
6. IMPACTS SUR L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION	58
6.1 Responsabilité de la construction résidentielle	58
6.2 Impacts sur les besoins de formation et d'information	59
6.3 Identification des secteurs de la construction touchés par le CNÉH	60
6.4 Outils de formation et d'information	77
6.5 Ressources pouvant donner la formation et l'information	79
7. CONCLUSIONS	79
7.1 Impact sur la consommation énergétique	79
7.2 Impact sur l'industries de la construction	80

8.	RECOMMANDATIONS	80
8.1	Étanchéité à l'air de l'enveloppe des maisons	80
8.2	Durabilité	81
8.3	Responsabilité d'application du CNÉH	81
8.4	Formation et information	82

ANNEXES

ANNEXE A:	Légende de calcul des surfaces et des volumes
ANNEXE B:	Consommation d'énergie annuelle (Tableaux)
ANNEXE C:	Économies cumulatives pour l'ensemble des logements dans chacune des régions climatiques (\$/région) en fonction des exigences différentielles
ANNEXE D:	Ventilation mécanique des habitations
ANNEXE E:	Corrélation entre la qualité de l'air et la présence d'humidité dans l'habitat en période d'occupation
ANNEXE F:	Ventilateur récupérateur de chaleur (VRC)
ANNEXE G:	Code 95 et pratique courante
ANNEXE H:	Calcul de l'augmentation des coûts de construction incluant les taxes (CNÉH versus RÉÉNB) et (CNB-90 versus CNB-95)
ANNEXE I:	Modifications à apporter à la pratique courante pour la rendre conforme au CNÉH
ANNEXE J:	Calcul de la résistance thermique effective (RSI_T) pratique courante
ANNEXE K:	Mesures correctrices pour rencontrer les RSI effectives du CNÉH pour la pratique courante
ANNEXE L:	Calcul des coûts supplémentaires incluant les taxes ("CNÉH + CNB-95" versus "LA PRATIQUE COURANTE")
ANNEXE M:	Calcul de la différence des coûts de construction entre les régions A et B
ANNEXE N:	Bibliographie

DÉFINITION DES ACRONYMES IDENTIFIÉS DANS LE TEXTE

- CNB-90 : Code National du Bâtiment du Canada 1990
- CNB-95 : Code National du Bâtiment du Canada 1995
- RÉÉNB: Règlement sur l'Économie de l'Énergie dans les Nouveaux Bâtiments
15 octobre 1993
- CNÉH : Code National de l'Énergie pour l'Habitation, 31 juillet 1996
- RSI : Résistance thermique: unités internationales
- CAH : Changement d'air par heure
- VRC : Ventilateur récupérateur de chaleur
- ONGC: Office des normes générales du Canada
- APCHQ: Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec
- MRC: Municipalités régionales de comtés
- ACNOR: Association canadienne de normalisation

1. SOMMAIRE

1.1 INTRODUCTION

La présente étude consiste à identifier et à évaluer les impacts au Québec de l'adoption du CNÉH et des exigences de ventilation du CNB-95 sur les volets suivants:

- la consommation énergétique;
- les coûts de construction;
- l'industrie de la construction;
- les besoins en formation et en information.

L'étude est réalisée en considérant plusieurs maisons types et plusieurs localités de construction. Les maisons types sont: unifamiliale isolée (1 étage), unifamiliale isolée (2 étages), unifamiliale jumelée (2 étages), unifamiliale en rangée (2 étages, unité exposée sur 2 façades), multifamiliale (3 étages, 6 logements). Les localités de construction des maisons neuves sont: Montréal, Québec, Hull, Chicoutimi et Schefferville.

1.2 IMPACT SUR LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE SUITE À L'ADOPTION DU "CNÉH" VERSUS LE "RÉÉNB" (RÉFÉRENCE CNB-95)

La mise en application du CNÉH et du CNB-95 par rapport à la réglementation initiale du RÉÉNB et du CNB-95 implique:

- l'ajout d'un récupérateur de chaleur pour le système de ventilation principal;
- une augmentation de la résistance thermique effective de toutes les composantes opaques de l'enveloppe du bâtiment, à l'exception de la dalle reposant sur le sol; et,
- l'introduction de la notion de rendement énergétique (RE) dans le choix des fenêtres.

Le tableau A exprime: l'économie d'énergie, l'augmentation du coût de construction et la période de recouvrement des investissements additionnels, le tout en fonction des différents types de maison pour une localité donnée (Montréal), lorsqu'on applique les modifications requises par le CNÉH versus le RÉÉNB.

1.2.1 IMPACT DE L'AJOUT D'UN RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR



Bien que l'efficacité des récupérateurs de chaleur disponibles soit très alléchante, l'économie d'énergie annuelle reliée à l'ajout de cette composante est directement proportionnelle au temps de fonctionnement du système de ventilation.

En considérant que l'étanchéité des nouvelles maisons est telle qu'exigée par le CNÉH ($2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$) et que le système de ventilation est contrôlé par un dispositif de commande automatique (humidistat), nous estimons que l'économie d'énergie annuelle due à la récupération de chaleur sera de l'ordre de 5 à 7% du potentiel total de récupération. Pour le contexte décrit ci-dessus, l'économie d'énergie annuelle ne peut justifier sur une base économique l'achat ou l'ajout d'un récupérateur de chaleur.

La seule façon d'améliorer la justification économique d'un récupérateur de chaleur est de diminuer l'importance des fuites d'air (tolérées par le CNÉH) à travers l'enveloppe du bâtiment.

TABLEAU A: IMPACT DU "CNÉH" PAR RAPPORT AU "RÉÉNB"

- Adoption du CNB-95 dans les deux cas
- Localité: Montréal
- Ventilation centrale continue

TYPE DE MAISON	ÉCONOMIE D'ÉNERGIE		AUGMENTATION DU COÛT DE CONSTRUCTION	PÉRIODE DE RECOUVREMENT
	\$/an	kWh	\$	années
Unifamiliale isolée, 1 étage	511	7738	4343	8,5
Unifamiliale isolée, 2 étages	557	8433	5045	9,1
Unifamiliale jumelée, 2 étages	430	6511	3792	8,8
Maisons en rangée	308	4671	2308	7,5
Multifamiliale 3 étages, 6 unités	1092	16566	9720	8,9

1.2.2 IMPACT D'UNE AUGMENTATION DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE DES PAROIS OPAQUES

L'analyse révèle que l'ensemble des améliorations visant la résistance thermique effective des parois opaques sont justifiables sur une base économique.

1.2.3 IMPACT DE L'AMÉLIORATION DU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES FENÊTRES

Bien que la surface des fenêtres soit beaucoup plus petites que celle des parois opaques exposées, le potentiel d'économie d'énergie par unité de surface est beaucoup plus élevé pour les maisons construites dans des localités des régions climatiques A et B.

Pour les localités des régions A et B, les économies d'énergie attribuables à la fenestration représentent de 14,8% (unifamiliale isolée, 2 étages) à 42,8% (multifamiliale, 3 étages) du potentiel de l'économie totale anticipée. Par contre, dans le cas des maisons construites dans la région climatique C, l'économie d'énergie attribuable aux fenêtres n'est que d'environ 3% du potentiel de l'économie totale anticipée. Cette situation s'explique par une exigence de rendement déjà élevée pour le vitrage de base dans cette région (i.e. vitrage clair triple, RSI 0,50).

Il est intéressant de noter que cette amélioration du rendement énergétique des fenêtres nécessitera dans chacun des cas l'emploi d'un vitrage isolant comportant un enduit à faible émissivité sur la face 3 (face extérieure de la vitre intérieure) du vitrage, une lame de gaz argon de 13 mm et un intercalaire non-conducteur au périmètre de ce vitrage.

1.3 IMPACT SUR LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE SUITE À L'ADOPTION DU "CNÉH" VERSUS "LA PRATIQUE COURANTE" (RÉFÉRENCE CNB-95)

La pratique courante est définie comme étant la façon de construire la plus usuelle. Ceci implique que le niveau d'isolation thermique utilisé pour les constructions actuelles est plus élevé que les exigences actuelles du "RÉÉNB", d'où une réduction de l'augmentation du coût de construction pour s'adapter au CNÉH, ainsi qu'une réduction du potentiel d'économie d'énergie.

La mise en application du CNÉH et du CNB-95 par rapport à "la pratique courante" et du CNB-95 implique:

- l'amélioration de l'isolation thermique des fondations, des murs exposés et du toit. Néanmoins, les niveaux d'isolation de "la pratique courante" sont souvent supérieures à ceux requis par le RÉÉNB, d'où un potentiel d'économie d'énergie réduit par rapport au cas traité à l'article 1.2;
- l'ajout d'un récupérateur de chaleur pour le système de ventilation principal;
- l'introduction de la notion de rendement énergétique (RE) dans le choix des fenêtres.

Le tableau B exprime: l'économie d'énergie, l'augmentation du coût de construction et la période de recouvrement des investissements additionnels, le tout en fonction des différents types de maison pour une localité donnée (Montréal), lorsqu'on applique les améliorations requises par le CNÉH versus "la pratique courante".

TABLEAU B: IMPACT DU "CNÉH" PAR RAPPORT À "LA PRATIQUE COURANTE"

- Adoption du CNB-95 dans les deux cas
- Localité: Montréal
- Ventilation centrale continue

TYPE DE MAISON	ÉCONOMIE D'ÉNERGIE		AUGMENTATION DU COÛT DE CONSTRUCTION	PÉRIODE DE RECOUVREMENT
	\$/an	kWh	\$	années
Unifamiliale isolée, 1 étage	388	5868	3123	8
Unifamiliale isolée, 2 étages	415	6298	3657	8,8
Unifamiliale jumelée, 2 étages	336	5104	2864	8,5
Maisons en rangée	272	4122	1935	7,1
Multifamiliale 3 étages, 6 unités	1110	16812	8538	7,7

Les conclusions que l'on peut tirer de ce tableau sont identiques à celles citées à l'article 1.2.

1.4 ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ANNUELLES (2000, 2005, 2010) POUR L'ENSEMBLE DES MAISONS TYPES DANS CHACUNE DES RÉGIONS CLIMATIQUES

Le tableau C donne les économies d'énergie annuelles anticipées pour le Québec suite à l'adoption du "CNÉH + CNB-95" versus le "RÉÉNB + CNB-95".

TABLEAU C: ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE AU QUÉBEC ("CNÉH + CNB-95" VERSUS "RÉÉNB + CNB-95")

ANNÉE	DIMINUTION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE	
	Millions \$	GWh
2000	12,2	185
2005	74,8	1133
2010	127,8	1937

1.5 LES POINTS FAIBLES DU "CNÉH"

1.5.1 ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Parmi tous les points faibles du CNÉH, l'étanchéité à l'air de l'enveloppe architecturale des maisons est certainement le facteur qui nécessitera une révision avant l'adoption finale de ce code.

L'exigence actuelle du Code de 2 cm²/m² (qui correspond à 3,57 CAH sous une pression différentielle de 50 Pa) représente un des principaux postes de consommation énergétique. Ainsi, en fonction des différentes maisons types et localités, la perte d'énergie due aux fuites d'air représente à elle seule entre 20 et 30% de la consommation d'énergie annuelle. En plus, la présente étude démontre qu'une mauvaise étanchéité à l'air de l'enveloppe présente des effets néfastes sur la performance ou le rendement effectif des autres fonctions de l'enveloppe du bâtiment.

L'exigence actuelle du Code visant l'étanchéité à l'air a aussi pour effet de réduire le temps de fonctionnement du système de ventilation mécanique principal (avec commande par humidistat), d'où dans un tel cas l'impossibilité de justifier sur une base économique saine l'ajout d'un récupérateur de chaleur.

Conclusion

Étant donné l'importance primordiale du facteur "étanchéité à l'air" sur les autres fonctions de l'enveloppe, sur le coût énergétique et sur le confort des occupants, nous croyons que l'exigence actuelle du CNÉH n'est pas valable.

1.5.2 AUTRES POINTS FAIBLES

Bien que moins important que le paramètre étanchéité à l'air, la présente étude mentionne d'autres points faibles qu'il faudra améliorer avant l'adoption finale du CNÉH. Les principaux points traités sont:

- la résistance thermique effective des composantes de l'enveloppe;
- la durabilité ou le maintien des performances en fonction du temps;
- le contrôle de la condensation superficielle;
- les techniques d'isolation préconisées pour les murs de fondation; et
- le contrôle de la qualité au chantier.

1.6 IMPACT SUR L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION

L'adoption et la mise en application du CNÉH représentera un changement drastique au sein de l'industrie de la construction. Ce changement est principalement lié à la notion de "système", i.e. la nécessité pour chacun des intervenants directement impliqués dans le processus de construction, de comprendre l'importance de leur travail spécifique dans l'obtention d'une enveloppe du bâtiment dont le rendement sera le plus près possible des objectifs visés par le CNÉH.

Pour faciliter la mise en application de ce code, il est donc primordial d'informer et de former tous les intervenants de la construction résidentielle vis-à-vis les nouvelles exigences et surtout sur l'impact de leur travail sur le comportement global de l'enveloppe du bâtiment.

Suite à l'adoption du CNÉH, celui-ci devra être supporté par un organisme provincial responsable de la construction résidentielle. Ceci impliquera l'ajout d'un personnel compétent dans le domaine de l'enveloppe du bâtiment dont les fonctions seront: de réviser les plans et devis, d'inspecter les travaux, de vérifier les équivalences et d'accepter le bâtiment. Le succès de la démarche entreprise par le CNÉH est donc intimement lié au sérieux des activités de cet organisme provincial responsable de la construction résidentielle.

1.7 CONCLUSIONS

1.7.1 IMPACT DU CNÉH SUR LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

- L'amélioration du rendement énergétique des fenêtres et de l'isolation thermique des composants opaques sont justifiables sur une base économique.
- La seule façon d'améliorer la justification économique d'un récupérateur de chaleur est de diminuer l'importance des fuites d'air (tolérés par le CNÉH) à travers l'enveloppe du bâtiment.
- L'étanchéité à l'air de l'enveloppe des bâtiments résidentiels représente un poste important de la consommation énergétique qui n'a pas été abordé adéquatement par le CNÉH.
- Certains critères d'évaluation du rendement global devront être soumis à une étude plus approfondie avant l'adoption du CNÉH. Le principal critère est celui de la durabilité.

1.7.2 IMPACT SUR L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION

- L'adoption du CNÉH aura un impact important dans l'industrie de la construction. L'important est de s'assurer que ces changements serviront à améliorer la qualité dans la construction résidentielle à un prix acceptable. Le bien fondé de cette amélioration de la qualité est sans doute dû au coût de consommation énergétique des résidences, coût des réparations à moyen et long terme de celles-ci et à la qualité de l'air ambiant. Alors, afin de démontrer le sérieux de cette adoption, il va de soi que le point le plus important est l'application rigoureuse de ce code par un organisme provincial responsable de la construction résidentielle.
- Le coût de construction supplémentaire d'environ 5% est raisonnablement justifié par rapport à la diminution de la consommation énergétique.
- La formation des divers intervenants impliqués dans le processus de construction est la clé du succès. Il est impératif que tous les intervenants comprennent: le pourquoi des changements, leur responsabilité vis-à-vis le travail exécuté et la fonction de ce travail vis-à-vis le comportement global de l'enveloppe du bâtiment.

- Un important virage au niveau de l'information est à prévoir afin de permettre à tous les citoyens de bien saisir l'avantage d'une construction plus efficace au niveau énergétique. Cette information doit aussi se faire au niveau de l'industrie de la construction afin de bien disposer les intervenants à suivre une formation adéquate.

1.8 RECOMMANDATIONS

1.8.1 ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DE L'ENVELOPPE DES MAISONS

Dans le but:

- d'exiger que les concepteurs réalisent des plans de construction plus détaillés;
- d'exiger un meilleur contrôle de la qualité de la part des constructeurs;
- d'améliorer les techniques de construction;
- d'obliger les contracteurs à faire des choix judicieux pour les diverses composantes de l'enveloppe;
- d'améliorer l'efficacité énergétique d'une façon substantielle;
- d'améliorer le rendement effectif des autres fonctions de l'enveloppe (isolation thermique, transfert de vapeur d'eau, isolation acoustique, ...);
- d'accroître le confort des occupants.

Nous recommandons que:

Quelque soit la technique de construction utilisée pour réaliser l'enveloppe architecturale des habitations, celles-ci devraient satisfaire l'exigence de 1,5 CAH sous une pression différentielle de 50 Pa, quand elles sont mise à l'essai conformément à la norme 149-10 de l'ONGC. Cette vérification devra obligatoirement être réalisée avant l'acceptation finale de la maison par l'organisme provincial responsable.

1.8.2 DURABILITÉ

Étant donné que la totalité des mesures d'économies d'énergie doivent être justifiées par la technique d'analyse du coût selon le cycle de vie, il est impératif que la durabilité des solutions apportées respecte la période de recouvrement prévue par cette analyse.

Nous recommandons donc:

- a) Que l'Autorité compétente dicte la durabilité prévue pour les divers systèmes qui seront sujets à être remplacés et/ou modifiés. Les principaux systèmes visés sont: les vitrages isolants, les fenêtres et le ventilateur récupérateur de chaleur.
- b) Que les exigences de durabilité soient introduites dans chacune des normes de références visées.

1.8.3 RESPONSABILITÉ D'APPLICATION DU CNÉH

Afin d'assurer une application adéquate du CNÉH, nous recommandons que:

Les responsabilités de gestion et de mise en application du CNÉH relèvent d'un organisme provincial responsable de la construction résidentielle.

Une attestation de conformité par un inspecteur indépendant du promoteur ou contracteur devrait être émise afin d'assurer aux consommateurs que la maison est conforme aux exigences du CNÉH. Cette attestation devrait faire suite à un suivi du processus de construction (plans et devis, inspection du chantier et essai d'étanchéité à l'air). Cette personne serait donc directement liée au niveau de la responsabilité professionnelle.

1.8.4 FORMATION ET INFORMATION

Afin de faciliter la mise en application du CNÉH, nous recommandons que:

En vue de l'adoption du CNÉH, le Gouvernement devrait introduire dès maintenant: des cours de perfectionnement pour l'ensemble des intervenants dans la construction résidentielle et, promouvoir les raisons de la création du CNÉH ainsi que des bienfaits sociaux et individuels qui en découlent.

2. MANDAT

Le projet consiste principalement à identifier et à évaluer les impacts de l'adoption du CNÉH et les exigences de ventilation du CNB-95 sur les points suivants:

- la consommation énergétique;
- les coûts de construction;
- l'industrie de la construction;
- les besoins en formation et en information.

Le projet comporte également un volet sur les conclusions et les recommandations que l'ensemble des analyses d'impact permettra de dégager.

Les analyses d'impacts sur la consommation énergétique sont réalisées en considérant plusieurs maisons types construites dans cinq localités du Québec. Les maisons types sont:

- unifamiliale isolée, 1 étage;
- unifamiliale isolée, 2 étages;
- unifamiliale jumelée, 2 étages;
- unifamiliale en rangée, 2 étages (unité exposée sur 2 façades)
- multifamiliale, 3 étages (6 logements)

Les analyses sur la consommation énergétique permettront de dégager l'impact de chacun des codes en processus d'adoption (CNÉH et CNB-95).

Une analyse énergétique complémentaire permettra de calculer la période de recouvrement du surcoût de construction, lorsqu'on compare pour une localité donnée, le coût de construction de ces maisons en appliquant le CNB-95 et le CNÉH avec le coût de construction selon la pratique courante.

3. IMPACTS SUR LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

3.1 INTRODUCTION

Le présent chapitre a pour objectif:

- de calculer la consommation énergétique des 5 maisons types construites pour chacune des 5 localités du Québec sélectionnées, ceci en fonction des exigences de construction dictées par les codes et règlement en vigueur (CNB-90 et RÉÉNB) et par les codes en processus d'adoption (CNB-95 et CNÉH);
- de calculer l'impact de l'adoption des futurs codes (CNB-95 et/ou CNÉH) sur la consommation énergétique de ces mêmes maisons pour les différentes localités visées par cette étude;
- d'établir les économies d'énergie anticipées suite à l'adoption du CNÉH au Québec pour les années 2000, 2005 et 2010;

3.2 CALCUL DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE (5 MAISONS TYPES, 5 LOCALITÉS) EN FONCTION DES EXIGENCES DICTÉES PAR LES DIVERS CODES ET RÈGLEMENTS

3.2.1 CHOIX DES MAISONS TYPES

Le choix des maisons types est fait en tenant compte de l'accessibilité à la propriété et d'un volume d'air intérieur moyen pour chacun des types.

Les tableaux 1 à 5 illustrent pour chacune des maisons sélectionnées, une coupe horizontale pour chaque niveau d'habitation, ainsi les dimensions, surfaces, volume d'air et autres caractéristiques requises pour fins de calcul. L'annexe "A" définit la méthode utilisée pour déterminer les différentes données inscrites dans les tableaux ci-après.

3.2.2 CHOIX DES LOCALITÉS

Le choix des 5 localités de construction est fait dans le but d'obtenir un portrait représentatif qui tient compte des paramètres suivants: les perspectives de construction résidentielle durant les prochaines années (jusqu'à l'an 2010), les coûts de construction pour les deux principales régions et les données climatiques associées à chacune des régions pour les fins de la présente étude.

Les villes sélectionnées pour les fins de la présente étude sont: Montréal, Hull, Québec, Chicoutimi et Schefferville. Les deux premières localités (Montréal et Hull) font partie de la région climatique A du CNÉH, les villes de Québec et Chicoutimi font partie de la région climatique B et, la ville de Schefferville fait partie de la région climatique C.

3.2.3 INTERPRÉTATION DES CODES, RÈGLEMENTS, DONNÉES ET RÉSULTATS

3.2.3.1 INTRODUCTION

Les tableaux de l'annexe "B" donnent pour chaque type de maison et pour chacune des localités visées par la présente étude:

- la consommation d'énergie annuelle en fonction des exigences spécifiées par un code et/ou un règlement;
- l'économie annuelle (énergie ou dollars) associée à l'utilisation d'un code par rapport à un autre code et/ou règlement;

Les définitions ci-dessous ont pour fonction de faciliter la lecture et l'interprétation des résultats, ainsi que d'introduire les hypothèses de base nécessaires à la réalisation des calculs.

Tableau 1:Caractéristiques Physiques de la maison type			
#1- Unifamiliale Isolée, 1 étage			
Surface de planchers : 185,82m ² (2,000,15 ^{pi} ^{co} / m ²)			
Composition		m ²	pi. ²
Aire de toit		103,23	1 111,20
Murs opaques au-dessus de la fondation		84,38	908,29
Fenêtres	Sud-ouest	9,20	99,00
	Sud-est	2,67	28,75
	Nord-ouest	2,42	26,00
	Nord-est	7,13	76,75
	Total	21,41	230,50
Portes	Surface ouverture sud-ouest	2,94	31,65
	Surface de vitrage	1,09	11,75
Murs de fondation			
	Surface hors-sol	41,53	447,00
	0,6m sous le sol	22,85	246,00
	Surface sous 0,6m	28,34	305,00
Volume		443,33m ³	15 655,96pi ³
Surface totale de planchers		185,82m ²	2 000,15 pi ²

Plein vitrage

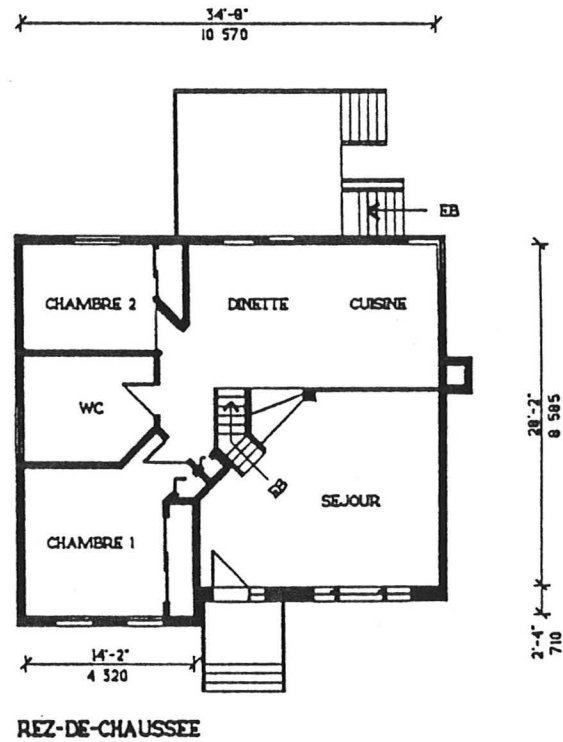
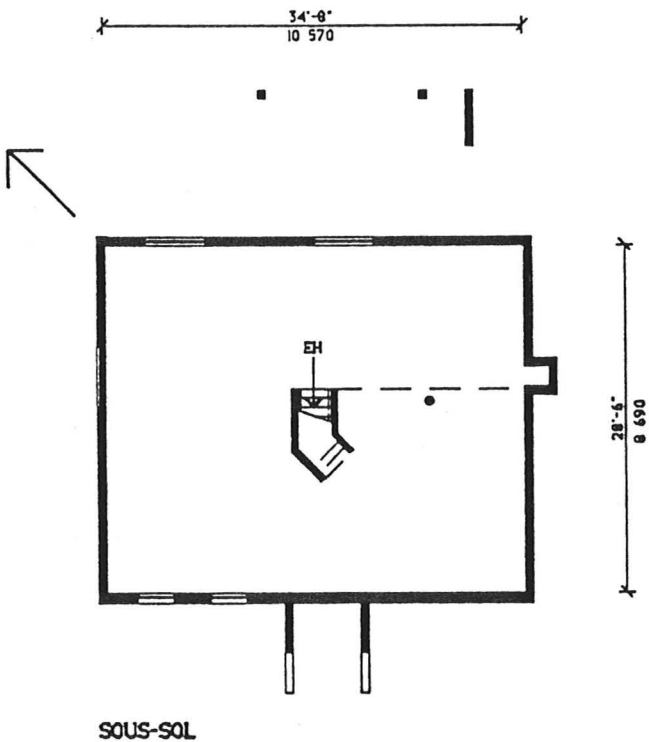


Tableau 2: Caractéristiques Physiques de la maison type
#2-Unifamiliale isolée, 2 étages
Surface de planchers : 187.41m² (2,017.30 pi²)

Composition		m ²	pi. ²
Aire de toit		62,96	677,70
Murs opaques au-dessus de la fondation		146,00	1 571,58
Fenêtres	Sud-ouest	10,50	113,00
	Sud-est	2,23	24,00
	Nord-ouest	4,00	43,05
	Nord-est	4,94	53,18
	Total	21,67	233,23
Portes	Surface ouverture sud-ouest	2,94	31,65
	Surface ouverture sud-ouest	1,23	13,25
	Surface ouverture nord-est	1,95	21,00
	Surface de vitrage nord-est	0,42	4,50
Murs de fondation			
	Surface hors-sol	26,29	283,00
	0,6m sous le sol	19,32	208,00
	Surface sous 0,6m	28,98	311,95
Volume		496,94m ³	17 549,38pi ³
Surface totale de planchers		187,41m ²	2 017,30pi ²

Plein vitrage
1/2 vitrage

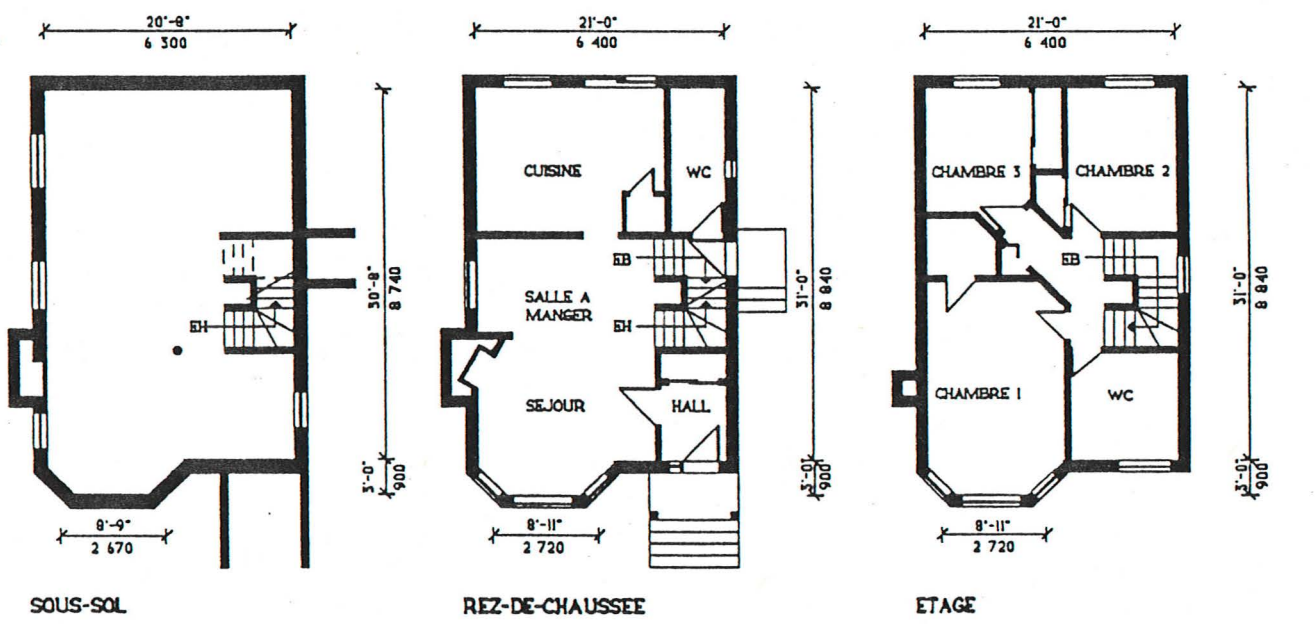


Tableau 3:Caractéristiques Physiques de la maison type			
#3- Unifamiliale jumelée, 2 étages			
Surface de planchers : 155.40m ² (1,672.70 pi ²)			
Composition		m ²	pi. ²
Aire de toit		51,61	555,55
Murs opaques au-dessus de la fondation		100,22	1 078,79
Fenêtres	Sud-ouest	9,16	98,63
	Sud-Est	0,00	0,00
	Nord-ouest	1,57	16,88
	Nord-est	8,73	94,00
	Total	19,46	209,50
Portes	Surface ouverture sud-ouest	2,02	21,75
	Surface ouverture sud-ouest	0,56	6,00
	Surface ouverture nord-ouest	1,66	17,87
	Surface ouverture nord-ouest	0,45	4,87
Murs de fondation	Surface hors-sol	17,33	186,54
	0,6m sous le sol	12,61	135,73
	Surface sous 0,6m	18,91	203,55
Volume		417,23m ³	14 734,31pi ³
Surface totale de planchers		155,40m ²	1 672,70pi ²

1/2 vitrage

1/2 vitrage

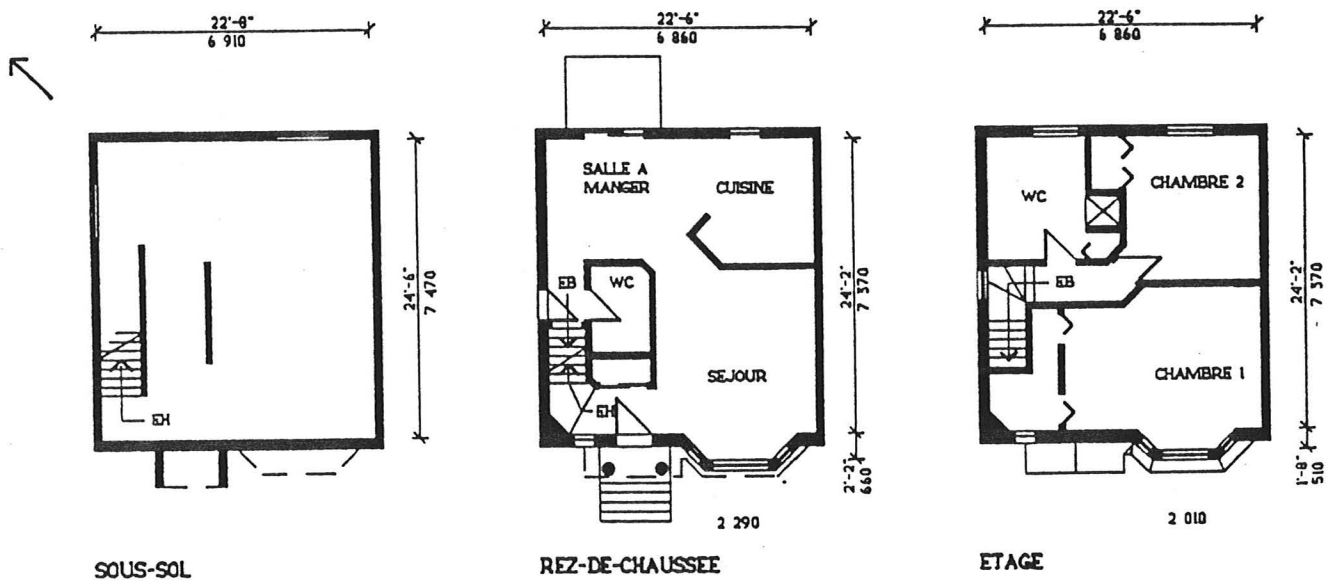
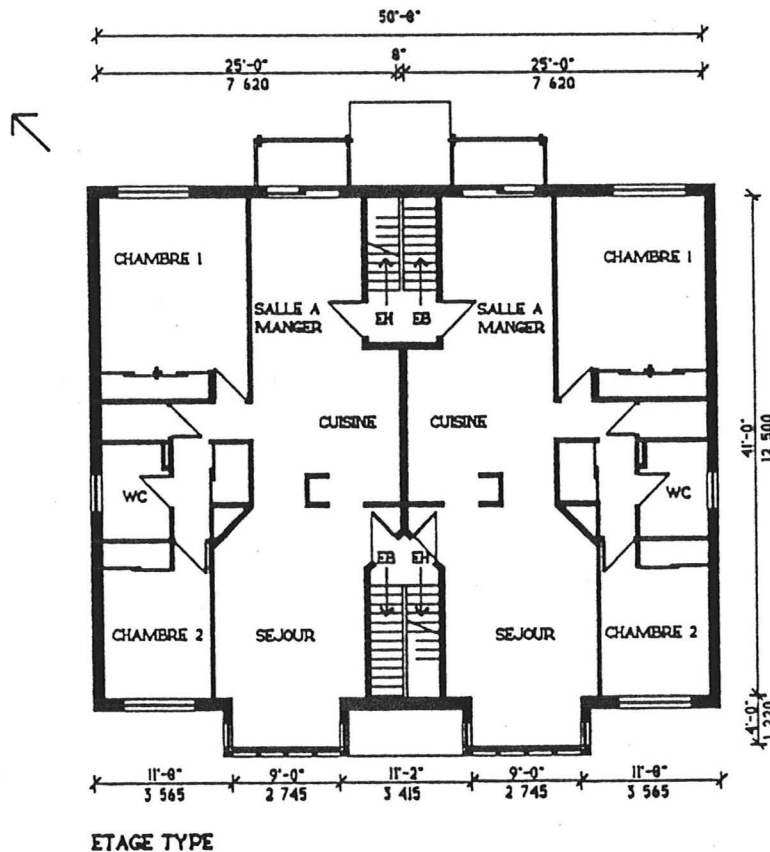


Tableau 5: Caractéristiques Physiques de la maison type			
#5- Multifamiliale 3 étages (6 unités de condo)			
Surface de planchers : 599.42m ² (6,452.10 pi ²)			
Composition		m ²	pi. ²
Air de toit		199,81	2 150,70
Murs opaques au-dessus de la fondation		214,88	2 312,99
Fenêtres	Sud-ouest	54,26	584,00
	Sud-est	9,63	103,66
	Nord-ouest	9,63	103,66
	Nord-est	46,45	500,00
	Total	119,97	1 291,32
Murs de fondation	Surface hors-sol	59,26	637,89
	0,6m sous le sol	26,01	280,00
	Surface sous 0,6m	6,13	66,00
Volume		1 534,71m ³	54 197,64pi ³
Surface totale de planchers		599,42m ²	6 452,10pi ²



3.2.3.2 DÉFINITIONS

.1 CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE (kWh/an)

Cette consommation d'énergie annuelle est calculée à partir du logiciel HOT 2000 (version 7.14).

.2 RÉÉNB ET CNB-90 (Colonne 1)

Les résultats expriment la consommation d'énergie annuelle associée à chacune des composantes de l'enveloppe du bâtiment incluant les fuites d'air, la ventilation, les gains internes et les gains solaires, lorsque la construction de ce bâtiment est conforme aux exigences du RÉÉNB (LOI EE) et du CNB-90. L'application de cette loi et de ce code peut être caractérisée par l'absence d'un système de ventilation et une isolation thermique conforme au RÉÉNB.

.3 RÉÉNB ET CNB-95 (Colonne 2)

Les résultats expriment la consommation d'énergie annuelle associée à chacune des composantes de l'enveloppe du bâtiment incluant les fuites d'air, la ventilation, les gains internes et les gains solaires, lorsque la construction de ce bâtiment est conforme aux exigences du RÉÉNB (LOI EE) et du CNB-95. L'application de cette loi et de ce code peut être caractérisée par la présence d'un système de ventilation sans récupération de chaleur et une isolation thermique conforme au RÉÉNB.

.4 CNÉH ET CNB-95 (Colonne 3)

Les résultats expriment la consommation d'énergie annuelle associée à chacune des composantes de l'enveloppe du bâtiment incluant les fuites d'air, la ventilation, les gains internes et les gains solaires, lorsque la construction de ce bâtiment est conforme aux exigences du CNÉH et du CNB-95. L'application de ces deux codes peut être caractérisée: par la présence d'un système de ventilation centrale avec récupération de chaleur, par une isolation thermique accrue pour les composantes de l'enveloppe externe et par l'isolation thermique sur la hauteur totale des murs sous le sol.

.5 CNÉH ET CNB-90 (Colonne 4)

Les résultats expriment la consommation d'énergie annuelle associée à chacune des composantes de l'enveloppe du bâtiment incluant les fuites d'air, la ventilation, les gains internes et les gains solaires, lorsque la construction de ce bâtiment est conforme aux exigences du CNÉH et du CNB-90. L'application de ces deux codes peut être caractérisée: par l'absence d'un système de ventilation centrale, par une isolation thermique accrue pour les composantes de l'enveloppe externe et par l'isolation thermique sur la hauteur totale des murs sous le sol.

.6 RÉSISTANCE THERMIQUE (TOIT, MURS, FONDATION, DALLE)

Dans le but de comparer l'application du RÉÉNB avec le CNÉH, la résistance thermique spécifiée par le RÉÉNB pour chacune des composantes visées a été corrigée pour représenter la résistance thermique effective de cette composante comme c'est le cas pour le CNÉH. La méthode suivie est celle définie à l'annexe "B" du CNÉH.

Suite à cette première correction, une deuxième correction a due être appliquée pour tenir compte du remaniement des zones A, B, C, D, E et F du RÉÉNB en régions A, B et C du CNÉH. Cette deuxième correction est réalisée en tenant compte du pourcentage de constructions nouvelles associées à chacune des localités visées par la présente étude dans une zone donnée (R_{MOY}).

Le tableau 6 présente la résistance thermique effective utilisée dans cette étude pour chacune des composantes visées en appliquant un code ou règlement donné.

.7 CARACTÉRISATION DES FENÊTRES

.7.1 INTRODUCTION

Le présent article illustre la méthode utilisée pour définir les caractéristiques des fenêtres qui ont servi à cette étude. Le logiciel HOT 2000 spécifie les données nécessaires lorsque les fenêtres sont définies par l'utilisateur, en voici la nomenclature:

- La résistance thermique du centre du vitrage.
- La résistance thermique de la bordure du vitrage.
- La résistance thermique du dormant (incluant l'ouvrant pour les fenêtres opérantes).
- La hauteur de la partie opaque du dormant (incluant l'ouvrant pour les fenêtres opérantes).
- Le coefficient d'apport par rayonnement solaire pour le vitrage.

Ces données représentent les intrants nécessaires au calcul des déperditions thermiques et des gains solaires. L'étanchéité à l'air de fenêtres n'est pas considérée à ce poste, étant donné que le logiciel HOT 2000 traite des échanges par ventilation naturelle de façon globale sur l'enveloppe et que l'étanchéité des fenêtres y est incluse.

7.2 DÉFINITION DES FENÊTRES DE BASE ET DES FENÊTRES AMÉLIORÉES

La première étape nécessaire à l'évaluation de l'impact de l'amélioration des fenêtres est de définir une fenêtre de base pour chacune des régions climatiques à l'étude. Le RÉÉNB fixe la résistance thermique minimale des surfaces vitrées à RSI 0,35 pour les régions A et B (soit l'équivalent des zones A, B, C et D) et à RSI 0,50 pour la région C (soit l'équivalent des zones E et F). De ce fait nous devons donc définir deux séries de fenêtres de base pour satisfaire chacune de ces exigences.

Douze fenêtres ont donc été retenues dans le but d'établir les caractéristiques des fenêtres de base, soit 9 fenêtres ouvrantes et 3 fenêtres fixes, en voici la description sommaire:

3 fenêtres à battant:	1 battant en bois 1 battant en P.V.C. 1 battant en aluminium avec coupure thermique
3 fenêtres à guillotine:	1 guillotine en bois 1 guillotine en P.V.C. 1 guillotine en aluminium avec coupure thermique
3 fenêtres coulissantes:	1 coulissante en bois 1 coulissante en P.V.C. 1 coulissante en aluminium avec coupure thermique
3 fenêtres fixes:	1 fixe en bois 1 fixe en P.V.C. 1 fixe en aluminium avec coupure thermique

Chacune de ces fenêtres était munie d'un vitrage de base comportant deux verres clairs, un espace d'air de 13 mm et un intercalaire en aluminium à simple barrière d'étanchéité pour les régions A et B, et d'un vitrage de base comportant un triple vitrage clair, des intercalaires en aluminium à simple barrière d'étanchéité et deux espaces d'air de dimensions variables en fonction du type de fenêtre pour la région C.

Des simulations selon la norme CAN/CSA A440.2 ont été réalisées sur chacune des fenêtres dans le but d'évaluer les caractéristiques mentionnées en introduction, soit R_{SI} (centre du vitrage), R_{SI} (bordure du vitrage), R_{SI} (cadre), hauteur du cadre et coefficient d'apport solaire. De plus, la valeur du rendement énergétique (RE) a été évaluée pour chaque fenêtre en supposant une étanchéité à l'air conforme à la norme CAN/CSA A440.

De plus, chaque fenêtre améliorée a été simulée avec quatre types de vitrages doubles performants, chacun d'eux comportant un enduit à faible émissivité sur la face 3 (face extérieure de la vitre intérieure), une lame de gaz argon de 13 mm et un intercalaire non-conducteur.

Il est important de noter que ce type de vitrage est suffisant pour rencontrer les exigences de CNÉH pour la zone C sans nécessiter l'utilisation d'un vitrage triple.

Nous avons donc réalisé un total de 120 simulations pour obtenir les résultats suivants:
 TABLEAU 7: CARACTÉRISATION DES FENÊTRES

Code ou règlement de référence	Fenêtre	$R_{Si} \frac{m^2 \cdot C^\circ}{W}$			Hauteur du Cadre (mm)	Coefficient d'apport solaire	RE Moyen (W/m ²)
		Centre du vitrage	bordure du vitrage	cadre			
RÉÉNB	Ouvrante de base zone A et B	0,355	0,315	0,350	83	0,78	-25
	Ouvrante de base zone C	0,500	0,380	0,350	83	0,76	-20
CNÉH	Ouvrante zone A et B	0,481	0,422	0,394	83	0,75	-13
	Ouvrante zone C	0,515	0,455	0,410	83	0,75	-10
RÉÉNB	Fixe de base zone A et B	0,353	0,322	0,348	53	0,78	-15
	Fixe de base zone C	0,500	0,380	0,350	53	0,76	-4
CNÉH	Fixe zone A et B	0,478	0,410	0,373	53	0,75	-3
	Fixe zone C	0,513	0,437	0,386	53	0,75	0

Ces caractéristiques correspondent à la moyenne pour chaque donnée par type de fenêtres (ouvrante ou fixe) et définissent par conséquent les propriétés des fenêtres utilisées pour l'étude.

.8 IMPACT DE L'ORIENTATION DES SURFACES VITRÉES SUR LES GAINS SOLAIRES UTILISABLES

La répartition des surfaces vitrées sur les façades du bâtiment influence les gains solaires utilisables, lesquels représentent une source d'énergie gratuite qui est utilisée pour combler les déperditions thermiques durant une certaine période de l'hiver.

Pour les fins de cette étude, deux orientations ont été sélectionnées. L'orientation 1 (Ori. 1) indique que la façade avant de la maison est considérée face au sud-ouest. L'orientation 2 (Ori.2) indique que la façade avant de la maison est considérée face au nord-est, soit une rotation de 180° par rapport à la première.

La valeur des gains solaires utilisables en hiver pour chacune des orientations est calculée en considérant que le surplomb de la toiture ne provoque pas de surfaces ombragées sur les façades de la maison en hiver.

.9 FUITES D'AIR

Bien que le CNÉH permette une aire de fuite normalisée de 2 cm²/m² (soit l'équivalent

de 4,3 changements d'air par heure (CAH) sous une pression différentielle de 50 Pa), cette étude opte plutôt pour une étanchéité plus représentative des constructions actuelles, soit une valeur de 3,57 CAH @ 50 Pa. Cette valeur, proposée par le logiciel HOT 2000, est représentative de l'étanchéité des maisons construites actuellement.

Étant donné que l'ensemble des codes et lois visant l'étanchéité à l'air de l'enveloppe des bâtiments n'exigent pas une vérification méthodique de ce paramètre, l'étanchéité à l'air de l'enveloppe sera considérée constante quelque soit le code ou règlement en vigueur.

.10 VENTILATION INTERMITTENTE

La ventilation intermittente provient des différents ventilateurs d'extraction (hotte de cuisine, ventilateur de salle de bain, sècheuse à linge). La présente étude considère que la somme des débits intermittents équivaut à un taux de changement d'air continu de 2,76 L/s.

Cette valeur provient des données suivantes:

Sècheuse à linge:	75 L/s (23 min/jr) → 1,2 L/s
Hotte de cuisine:	50 L/s (30 min/jr) → 1,04 L/s
Ventilateur de SdB:	25 L/s (30 min/jr) → 0,52 L/s

.11 VENTILATION CENTRALE CONTINUE

Lorsqu'une ventilation centrale est exigée par un code (ex. CNB-95), le ventilateur extracteur principal est commandé par un déshumidistat ou par un autre dispositif de commande automatique en plus de l'interrupteur manuel exigé.

Ceci implique donc que ce ventilateur peut opérer en mode continu (interrupteur) ou en mode intermittent (commande automatique).

La valeur de la consommation d'énergie annuelle indiquée dans les tableaux de l'annexe "B" correspond au cas où le ventilateur extracteur principal est en mode continu, i.e. 24 h/jr pour la durée totale de l'hiver.

.12 VENTILATEUR RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR (VRC)

Lorsqu'un VRC est exigé par le CNÉH, celui-ci doit satisfaire l'efficacité de récupération de la chaleur sensible dictée par ce code.

Pour les besoins de la présente étude, nous avons opté pour un VRC disponible sur le marché actuel qui satisfait les exigences minimales du CNÉH. Les caractéristiques de ce VRC sont énumérés à la page suivante:

Manufacturier: Venmar Ventilation Inc.

Modèle: HRV 3055

TEMPÉRATURE D'ESSAI	PUISSANCE	EFFICACITÉ DU VRC (CHALEUR SENSIBLE)
°C	watts	%
0	52	76
-25	58	56

.13 GAINS INTERNES UTILISABLES

Le calcul des gains internes utilisables est basé sur un taux d'occupation de 65% du temps par 3 personnes (2 adultes et 1 enfant) ainsi que sur toutes les activités domestiques associées à ces personnes (éclairage intérieur, appareils électro-ménagers, autres appareils).

.14 CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE (\$/AN)

Le coût énergétique annuel pour les fins de chauffage de l'ambiance interne est établi à partir de la consommation d'énergie annuelle (kWh/an) et du coût unitaire de l'énergie de \$0,066/kWh (incluant les taxes applicables).

.15 ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE (kWh/AN ou \$/AN)

Lorsque l'économie d'énergie annuelle indiquée est négative, ceci implique qu'il n'y a pas d'économie, mais plutôt une augmentation de la consommation d'énergie ou du coût associé à cette consommation.

3.2.4 CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE ET ÉCONOMIE D'ÉNERGIE SUITE À L'ADOPTION DES FUTURS CODES

Les tableaux B-1 à B-23 (voir annexe "B") donnent la consommation énergétique des 5 maisons types construites dans les 5 localités sélectionnées du Québec, en fonction des exigences de construction dictées par les codes et règlements en vigueur (CNB-90 et RÉÉNB) ainsi que par les codes en processus d'adoption (CNB-95 et CNÉH).

Chacun de ces tableaux permet aussi de calculer l'impact de l'adoption des futurs codes (CNB-95 et/ou CNÉH) sur la consommation énergétique de ces mêmes maisons pour les différentes localités visées par cette étude.

3.2.5 IMPACT SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE AU QUÉBEC SUITE À L'ADOPTION DU "CNB-95" ET/OU DU "CNÉH" (POUR LES ANNÉES 2000, 2005 ET 2010)

.1 NOMBRE DE NOUVEAUX LOGEMENTS CONSTRUITS

Les économies d'énergie anticipées au Québec suite à l'adoption du CNÉH nécessite l'établissement de prévisions de construction résidentielle pour les 13 prochaines années, le tout en fonction des maisons types visées et des régions climatiques.

Les prévisions de construction résidentielle retenues par cette étude sont basées sur un ensemble de données, telles que: les perspectives provinciales du marché de l'habitation fournies par la SCHL, les prévisions de base du Service de la planification générale d'Hydro-Québec et les prévisions de la SHQ concernant la création annuelle moyenne de nouveaux ménages au Québec.

Les prévisions de construction résidentielle en fonction des maisons types, des régions climatiques et de l'année de construction sont illustrées au tableau 8.

Le tableau 9 donne le nombre cumulatif de nouveaux logements construits au début des années 2000, 2005 et 2010 pour chacune des régions climatiques (A, B, C). Les valeurs cumulatives indiquées sont basées sur une mise en application du CNÉH vers la fin de l'année 1998. Ceci implique donc que les économies d'énergie anticipées durant l'an 2000 sont calculées à partir des maisons construites en 1999.

.2 ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ANTICIPÉES

Les économies d'énergie annuelles (kWh) présentées ci-après ont aussi été évaluées sur une base monétaire en considérant un coût unitaire de l'énergie électrique égal à \$0,066/kWh.

A) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE PAR LOGEMENT DANS UNE LOCALITÉ DONNÉE

Le tableau 10 donne l'économie d'énergie annuelle (\$/an-logement et en kWh) pour chaque maison typique construites dans une localité donnée, le tout en fonction des exigences différentielles de chacune des options. Les options à l'étude sont: "RÉÉNB + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-90", "CNÉH + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-95" et "CNÉH + CNB-90 versus RÉÉNB + CNB-90". Ces valeurs sont issues des tableaux B-1 à B-23.

TABLEAU 8: PRÉVISIONS DE LA CONSTRUCTION RÉSIDENTIELLE AU QUÉBEC
Prévision pour la région A avec répartition simple
(62.65 % du total provincial)

ANNÉE DE CONSTRUCTION	Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En rangée 2 étages	multi-familiale	Total
1998	5 573	2 586	1 695	1 250	5 685	16 789
1999	6 270	2 909	1 928	1 466	6 910	19 483
2000	6 966	3 233	2 161	1 682	7 884	21 926
2001	6 618	3 071	2 017	1 494	7 348	20 548
2002	6 270	2 909	1 928	1 466	7 348	19 921
2003	5 921	2 748	1 784	1 278	7 502	19 232
2004	6 095	2 828	1 884	1 452	7 787	20 047
2005	5 921	2 748	1 840	1 438	8 037	19 984
2006	5 573	2 586	1 752	1 410	8 037	19 357
2007	4 876	2 263	1 462	1 034	7 843	17 478
2008	4 702	2 182	1 418	1 020	7 593	16 914
2009	4 528	2 101	1 317	846	7 496	16 288
2010	4 354	2 020	1 217	672	7 398	15 661

Prévision pour la région B avec répartition simple
(36.99 % du total provincial)

ANNÉE DE CONSTRUCTION	Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En rangée 2 étages	Multi-familiale	Total
1998	3 291	1 527	1 001	738	3 357	9 914
1999	3 702	1 718	1 139	866	4 080	11 504
2000	4 113	1 909	1 276	993	4 655	12 947
2001	3 908	1 813	1 191	882	4 339	12 133
2002	3 702	1 718	1 139	866	4 339	11 763
2003	3 496	1 622	1 053	755	4 430	11 356
2004	3 599	1 670	1 113	857	4 598	11 837
2005	3 496	1 622	1 086	849	4 746	11 800
2006	3 291	1 527	1 034	832	4 746	11 430
2007	2 879	1 336	863	610	4 631	10 320
2008	2 777	1 288	837	602	4 483	9 988
2009	2 674	1 241	778	499	4 426	9 618
2010	2 571	1 193	719	397	4 369	9 248

Prévision pour la région C avec répartition simple
(0.36% du total provincial)

ANNÉE DE CONSTRUCTION	Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	Total
1998	32	15	50	97
1999	36	17	60	113
2000	40	19	69	127
2001	38	18	64	119
2002	36	17	63	116
2003	34	16	61	112
2004	35	16	64	116
2005	34	16	66	116
2006	32	15	65	112
2007	28	13	60	101
2008	27	13	58	98
2009	26	12	57	95
2010	25	12	54	91

TABLEAU 9: NOMBRE CUMULATIF DE NOUVEAUX LOGEMENTS CONSTRUITS

RÉGION CLIMATIQUE	ANNÉE	TYPE DE MAISON				
		UNIFAMILIALE ISOLÉE 1 ÉTAGE	UNIFAMILIALE ISOLÉE 2 ÉTAGES	UNIFAMILIALE JUMELÉE 2 ÉTAGES	EN RANGÉE 2 ÉTAGES	MULTI FAMILIALE 3 ÉTAGES
A	2000	6270	2909	1928	1466	6910
	2005	38140	17698	11702	8838	44779
	2010	63740	29578	19491	14586	83785
B	2000	3702	1718	1139	866	4080
	2005	22520	10450	6911	5219	26441
	2010	37637	17464	11509	8611	49473
C	2000	36	17	60		
	2005	219	103	381		
	2010	366	172	687		

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE PAR MAISON TYPE DANS UNE RÉGION CLIMATIQUE DONNÉE

Le tableau 11 donne l'économie d'énergie annuelle (\$/an-logement) de chaque maison type pour chacune des régions climatiques en fonction des exigences différentielles de chacune des options. Ces valeurs sont obtenues en répartissant les nouvelles constructions dans une région donnée entre les villes faisant partie de l'étude. Ainsi, pour la région A, l'étude suppose que la répartition des nouvelles constructions est de 90% pour Montréal et de 10% pour Hull. Pour la région B, la répartition est 80% pour Québec et 20% pour Chicoutimi. Pour la région C, l'étude considère que 100% des maisons seront construites à Schefferville.

C) ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ANNUELLES (2000, 2005, 2010) POUR L'ENSEMBLE DES MAISONS TYPES DANS CHACUNE DES RÉGIONS CLIMATIQUES

Le tableau 12 donne les économies d'énergie annuelles anticipées en 2000, 2005 et 2010 pour l'ensemble des maisons types construites dans chacune des régions climatiques en fonction des exigences différentielles de chacune des options. Ces valeurs sont obtenues en faisant le produit des données du tableau 9 (nombre cumulatif de nouveaux logements construits) par les données du tableau 11 (économies d'énergie annuelles par logement).

Le tableau C-1 (voir annexe "C") donne les économies cumulatives pour l'ensemble des nouveaux logements construits dans chacune des régions climatiques (\$/région), le tout en fonction des exigences différentielles associées à chacun des codes.

TABLEAU 10: ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ANNUELLES PAR LOGEMENT (\$/AN-LOGEMENT et kWh/AN-LOGEMENT) EN FONCTION DE LA LOCALITÉ ET DES EXIGENCES DIFFÉRENTIELLES

VILLE	OPTION	TYPE DE MAISON									
		Unifamiliale isolée 1 étage		Unifamiliale isolée 2 étages		Unifamiliale jumelée 2 étages		En rangée 2 étages		Multi-familiale 3 étages	
		\$	kWh	\$	kWh	\$	kWh	\$	kWh	\$	kWh
Montréal	RÉÉNB + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-90	-206	-3117	-251	-3811	-227	-3443	-220	-3329	-150	-2278
	CNÉH + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-95	511	7738	557	8433	430	6511	308	4671	182	2760
	CNÉH + CNB-90 versus RÉÉNB + CNB-90	369	5585	381	5774	271	4111	155	2355	89	1349
Hull	RÉÉNB + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-90	-209	-3159	-258	-3915	-233	-3523	-225	-3403	-153	-2320
	CNÉH + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-95	487	7374	540	8185	420	6360	307	4659	188	2483
	CNÉH + CNB-90 versus RÉÉNB + CNB-90	343	5204	361	5465	257	3897	153	2315	93	1404
Québec	RÉÉNB + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-90	-227	-3434	-283	-4286	-253	-3837	-250	-3781	-169	-2565
	CNÉH + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-95	523	7920	582	8811	452	6855	335	5071	436	6606
	CNÉH + CNB-90 versus RÉÉNB + CNB-90	368	5580	385	5839	278	4219	161	2443	114	1732
Chicoutimi	RÉÉNB + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-90	-255	-3860	-314	-4762	-281	-4259	-277	-4200	-192	-2911
	CNÉH + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-95	593	8978	652	9884	503	7622	373	5655	248	3763
	CNÉH + CNB-90 versus RÉÉNB + CNB-90	423	6405	442	6700	316	4787	188	2850	132	2000
Schefferville	RÉÉNB + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-90	-353	-5356	-441	-6683	-399	-6039				
	CNÉH + CNB-95 versus RÉÉNB + CNB-95	691	10470	768	11635	575	8708				
	CNÉH + CNB-90 versus RÉÉNB + CNB-90	473	7168	489	7403	322	4880				

TABLEAU 11: ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ANNUELLES PAR LOGEMENT (\$/AN-LOGEMENT) EN FONCTION DE LA RÉGION ET DES EXIGENCES DIFFÉRENTIELLES

RÉGION	OPTION	TYPE DE MAISON				
		Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En rangée 2 étages	Multi-familiale 3 étages
A	RÉÉNB+CNB-95 versus RÉÉNB+CNB-90	-206	-252	-227	-220	-150
	CNÉH+CNB-95 versus RÉÉNB+CNB-95	509	555	429	308	183
	CNÉH+CNB-90 versus RÉÉNB+CNB-90	366	379	270	155	89
B	RÉÉNB+CNB-95 versus RÉÉNB+CNB-90	-233	-289	-259	-255	-174
	CNÉH+CNB-95 versus RÉÉNB+CNB-95	537	596	462	343	224
	CNÉH+CNB-90 versus RÉÉNB+CNB-90	379	396	286	166	118
C	RÉÉNB+CNB-95 versus RÉÉNB+CNB-90	-353	-441	-399		
	CNÉH+CNB-95 versus RÉÉNB+CNB-95	691	768	575		
	CNÉH+CNB-90 versus RÉÉNB+CNB-90	473	489	322		

TABLEAU 12: ÉCONOMIES ANNUELLES (2000, 2005, 2010) POUR L'ENSEMBLE DES NOUVEAUX LOGEMENTS DANS CHACUNE DES RÉGIONS CLIMATIQUES (\$/an/région) EN FONCTION DES EXIGENCES DIFFÉRENTIELLES.

RÉÉNB + CNB-95 Versus RÉÉNB + CNB-90

RÉGION	ANNÉE	TYPE DE MAISON					TOTAL POUR LA RÉGION
		Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En Rangée 2 étages	Multi-familiale	
A	2000	- 1 293 501	- 732 195	- 438 813	- 323 253	- 1 040 761	- 3 828 523
	2005	- 7 868 282	- 4 454 587	- 2 663 375	- 1 948 779	- 6 744 464	- 23 679 487
	2010	-13 149 562	- 7 444 783	- 4 436 152	- 3 216 213	-12 619 417	- 40 866 127
B	2000	- 861 085	- 496 846	- 294 545	- 221 176	- 709 512	- 2 583 165
	2005	- 5 238 152	- 3 022 140	- 1 787 185	- 1 332 933	- 4 598 090	- 15 978 499
	2010	- 8 754 366	- 5 050 589	- 2 976 227	- 2 199 249	- 8 603 355	- 27 583 787
C	2000	- 12 708	- 7 497	- 23 940			- 44 145
	2005	- 77 307	- 45 423	- 152 019			- 274 749
	2010	- 129 198	- 75 852	- 274 113			- 479 163

CNÉH+CNB-95 Versus RÉÉNB + CNB-95

RÉGION	ANNÉE	TYPE DE MAISON					TOTAL POUR LA RÉGION
		Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En Rangée 2 étages	Multi-familiale	
A	2000	3 188 922	1 615 368	827 112	451 381	1 262 572	7 345 355
	2005	19 398 004	9 827 699	5 020 158	2 721 220	8 181 870	45 148 951
	2010	32 418 164	16 424 663	8 361 639	4 491 029	15 308 916	77 004 412
B	2000	1 987 974	1 023 928	526 446	296 692	914 192	4 749 231
	2005	12 093 240	6 228 200	3 194 264	1 788 029	5 924 547	29 228 280
	2010	20 211 069	10 408 544	5 319 460	2 950 129	11 085 250	49 974 452
C	2000	24 876	13 056	34 500			72 432
	2005	151 329	79 104	219 075			449 508
	2010	252 906	132 096	395 025			780 027

CNÉH + CNB-90 Versus RÉÉNB + CNB-90

RÉGION	ANNÉE	TYPE DE MAISON					TOTAL POUR LA RÉGION
		Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En Rangée 2 étages	Multi-familiale	
A	2000	2 297 328	1 102 511	519 789	226 937	617 524	4 764 088
	2005	13 974 496	6 707 542	3 154 859	1 368 122	4 001 750	29 206 770
	2010	23 354 336	11 210 062	5 254 774	2 257 913	7 487 586	49 564 671
B	2000	1 403 058	681 015	325 298	144 102	480 896	3 034 370
	2005	8 535 080	4 142 380	1 973 782	868 442	3 116 513	18 636 196
	2010	14 264 423	6 922 730	3 286 970	1 432 870	5 831 218	31 738 211
C	2000	17 028	8 313	19 320			44 661
	2005	103 587	50 367	122 682			276 636
	2010	173 118	84 108	221 214			478 440

D) ÉCONOMIES ANNUELLES AU QUÉBEC EN FONCTION DES CODES EN VIGUEUR

Le tableau 13 donne le total des économies d'énergie annuelles anticipées pour le Québec en fonction des exigences différentielles de chacun des codes. Ces valeurs sont obtenues en faisant la sommation des économies pour chacune des régions pour une année fixe en fonction des codes en vigueur.

TABLEAU 13: ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ANNUELLES - PROVINCE DE QUÉBEC

Année	OPTION	ÉCONOMIES D'ÉNERGIE GLOBALES	
		MILLIONS	GWh
2000	"RÉÉNB+CNB-95" versus "RÉÉNB+CNB-90"	- 6,45	- 98
	"CNÉH+CNB-95 versus "RÉÉNB+CNB-95"	12,17	184
	"CNÉH+CNB-90 versus "RÉÉNB+CNB-90"	7,8	119
2005	"RÉÉNB+CNB-95" versus "RÉÉNB+CNB-90"	-39,9	-605
	"CNÉH+CNB-95 versus "RÉÉNB+CNB-95"	74,8	1134
	"CNÉH+CNB-90 versus "RÉÉNB+CNB-90"	48,1	729
2010	"RÉÉNB+CNB-95" versus "RÉÉNB+CNB-90"	-68,9	-1044
	"CNÉH+CNB-95 versus "RÉÉNB+CNB-95"	127,6	1933
	"CNÉH+CNB-90 versus "RÉÉNB+CNB-90"	81,8	1239

3.2.6 ANALYSE DES RÉSULTATS DE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE ET D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

.1 "RÉÉNB + CNB-95" VERSUS "RÉÉNB + CNB-90"

Tel que mentionné précédemment, la seule modification apportée au CNB-95 par rapport au CNB-90 est l'installation d'un système de ventilation centrale.

Tel qu'illustré au tableau 14, l'adoption du CNB-95 aura pour effet d'augmenter la consommation d'énergie annuelle dans une proportion variant de 17 à 39,7% en fonction du type de maison et de la localité. Cette augmentation dans la consommation d'énergie est uniquement due à l'ajout d'un système de ventilation centrale, lequel est considéré en opération continue.

TABEAU 14: AUGMENTATION DE LA CONSOMMATION ANNUELLE D'ÉNERGIE (%) DUE À LA VENTILATION CENTRALE CONTINUE

Localité	TYPE DE MAISON				
	Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En rangée 2 étages	Multi-familiale 3 étages
Montréal	18,5	20,9	25,1	38	33,5
Hull	20	22,6	27,2	39,2	34,8
Québec	19,3	22	26	39,7	35,1
Chicoutimi	18,1	20,5	24,2	36	32,5
Schefferville	17	19,6	23,3	--	--

L'augmentation de la consommation énergétique pour une localité donnée dépend de: l'importance du taux de ventilation mécanique, la surface exposée de l'enveloppe et du nombre de pièces. Ainsi, en considérant le nombre et type de pièces comme étant fixes, les maisons ayant une surface exposée plus grande (augmentation des déperditions thermiques par conduction) auront un accroissement (%) plus faible de la consommation d'énergie due à la ventilation mécanique. Par contre, pour un type de maison donné, la consommation d'énergie associée à la ventilation centrale continue est directement reliée aux conditions climatiques de la localité où cette maison est construite (voir tableau 15).

TABEAU 15: AUGMENTATION DE LA CONSOMMATION ANNUELLE D'ÉNERGIE (kWh)* DUE À LA VENTILATION CENTRALE CONTINUE

Localité	TYPE DE MAISON				
	Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En rangée 2 étages	Multi-familiale 3 étages
Montréal	3117	3811	3443	3329	13663
Hull	3159	3915	3523	3403	13929
Québec	3434	4286	3837	3781	15391
Chicoutimi	3860	4762	4259	4200	17466
Schefferville	5356	6683	6039	--	--

* La valeur indiquée est l'augmentation nette, i.e. elle tient compte de la variation des gains internes et solaires utilisables.

L'augmentation de la consommation annuelle d'énergie due à la ventilation centrale continue est donc très importante. La question qui se pose est: Est-ce que l'hypothèse d'une ventilation centrale continue est représentative? Pour répondre, il devient primordial d'évaluer le taux de renouvellement d'air (ventilation mécanique continue) requis pour s'assurer que la qualité de l'air

ambiant (humidité relative et autres polluants) respecte les exigences de santé et/ou de sécurité.

Le calcul du taux de ventilation requis pour contrôler l'humidité relative de l'air ambiant (voir annexe "D") permet de conclure que le système de ventilation mécanique serait hors d'usage pour une très grande partie de l'hiver si la ventilation ne servait qu'à contrôler l'humidité et si le ventilateur était à l'arrêt lorsque le taux d'humidité est acceptable. Nous estimons que le temps d'opération requis pour contrôler l'humidité relative sera inférieure à 10%. La seule explication à ce faible pourcentage du temps d'opération est que le taux d'infiltration d'air supposé (3,57 CAH) est plus que suffisant pour maintenir les conditions intérieures désirées.

Le calcul du taux de ventilation mécanique requis pour contrôler la concentration des autres polluants atmosphériques (CO₂, NO_x, CO, SO₂, formaldéhyde, radon, fumée de cigarette, matière particulaire, etc...) dépend d'une multitude de facteurs et sort du contexte général de cette étude. Les facteurs de contrôle les plus importants sont: le taux d'émission des polluants, la concentration moyenne permise, l'efficacité du brassage de l'air, l'effet sur la santé (indépendant, additif). En plus qu'il soit difficile de calculer le débit d'air requis, les appareils utilisés comme capteur de la concentration du mélange de polluants tiennent compte de seulement quelques composantes dans le mélange et sont d'une fiabilité douteuse.

Tel que démontré à l'annexe "E" du présent document, la corrélation est faible entre les risques de condensation (humidité de l'air) et l'indice global de qualité de l'air.

* Étude de cas

Pour démontrer l'importance de la ventilation continue par rapport à la ventilation intermittente et à l'échange d'air (fuites) à travers l'enveloppe, il est nécessaire de faire l'analyse de ces valeurs sur une maison type.

Pour une maison unifamiliale, isolée (1 étage) construite à Montréal, l'examen des taux de renouvellement d'air naturel (HOT 2000) en période hivernale est telle qu'illustrée ci-dessous.

- Fuites d'air	≈ 0,2 à 0,25 CAH
- Ventilation intermittente	≈ 0,02 CAH
- Ventilation continue	≈ 0,18 CAH
- Total (Fuites + ventilation)	≈ 0,4 à 0,45 CAH

L'analyse des valeurs ci-dessus démontre que:

- a) la ventilation continue représente seulement 40 à 45% du taux de renouvellement d'air total. Ce pourcentage est nettement insuffisant pour maîtriser le processus de ventilation d'une maison. Pour s'assurer que la ventilation continue représente la technique de contrôle de la qualité de l'air ambiant (humidité relative et autres polluants), le taux de renouvellement d'air provenant de la ventilation continue devrait se situer autour de 80%.

Conclusions

- Lorsque contrôlé par un humidistat, le temps d'opération du système de ventilation mécanique durant la période hivernale sera inférieur à 10%.
- Bien que le CNB-95 puisse exiger l'ajout d'un système de ventilation pour des raisons de santé, sécurité ou autres, l'opération de ce système en mode automatique se traduira par une faible augmentation de la consommation d'énergie due à une faible utilisation de ce système en période hivernale. Une première estimation situe cette augmentation de la consommation d'énergie à une valeur inférieure à 4% de la consommation établie avec le CNB-90.
- Un temps d'opération aussi faible (< 10%) ne permettra pas de justifier économiquement l'ajout d'un dispositif de récupération de chaleur.
- La seule façon d'augmenter le temps requis d'opération du système de ventilation mécanique est de réduire le taux de changement d'air par infiltration.

.2 "CNÉH + CNB-95" VERSUS "RÉÉNB + CNB-95"

L'adoption du "CNÉH + CNB-95" par rapport à la réglementation initiale du "RÉÉNB + CNB-95" implique:

- l'ajout d'un récupérateur de chaleur pour le système de ventilation principal;
- une augmentation de la résistance thermique effective de toutes les composantes opaques de l'enveloppe du bâtiment, à l'exception du centre de la dalle reposant sur le sol; et,
- l'introduction de la notion de rendement énergétique (RE) dans le choix des fenêtres.

A) IMPACT DE L'AJOUT D'UN RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR

Lors de la rédaction du CNÉH, l'ajout d'un récupérateur de chaleur a été justifié par l'analyse de coût global (CNRC) en considérant que le système de ventilation opérait en continu (100% du temps).

L'exposé fait à l'article précédent a permis de faire ressortir que dans le cas où le système de ventilation mécanique est muni d'un dispositif de commande automatique (humidistat), le temps d'opération de ce système sera inférieur à 10% de la période hivernale. Cette observation a donc pour effet de réduire de 90% le potentiel de récupération de chaleur, de sorte qu'il devient impossible de justifier sur une base économique l'ajout du récupérateur de chaleur.

Tel que mentionné, la seule façon de justifier économiquement l'ajout du récupérateur de chaleur est de diminuer l'importance des fuites d'air tolérées par le CNÉH.

En résumé, on peut tout simplement dire que même si l'efficacité des récupérateurs suggérés est très alléchante (consulter l'annexe "F"), l'économie d'énergie annuelle se situera au voisinage de 5 à 7% du coût énergétique de la ventilation continue. Cette économie d'énergie ne peut justifier économiquement l'achat d'un récupérateur de chaleur.

B) IMPACT D'UNE AUGMENTATION DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE (PAROIS OPAQUES)

Les tableaux B-1 à B-23 de l'annexe "B" démontrent qu'à l'exception du centre et du périmètre de la dalle reposant sur le sol, les déperditions thermiques à travers toutes les autres composantes seront réduites lors de l'application du CNÉH. L'importance relative de la réduction dans la consommation énergétique en ordre décroissant (1 à 5) est donnée ci-dessous pour chacune des parois visées et pour chaque type de maison.

TABLEAU 16: IMPORTANCE RELATIVE DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

COMPOSANTE OPAQUE	TYPE DE MAISON				
	Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En rangée 2 étages	Multi-familiale 3 étages
Toit	4	4	4	4	3
Murs principaux hors-sol	3	2	2	2	1
Murs de fondation hors-sol	2	3	3	3	4
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	5	5	5	5	5
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	1	1	1	1	2

En considérant l'ensemble des nouvelles constructions, le potentiel d'économie d'énergie pour chacune des composantes s'établit comme suit (ordre décroissant en importance):

- 1- L'ajout d'isolation thermique des murs du sous-sol, en bas de 0,6 m;
- 2- L'amélioration de l'isolation thermique des murs principaux hors-sol;
- 3- L'amélioration de l'isolation thermique des fondations hors-sol;
- 4- L'amélioration de l'isolation thermique du toit;
- 5- L'amélioration de l'isolation thermique des murs sous le sol (0 à 0,6 m).

Le tableau 17 donne le potentiel d'économie d'énergie (kWh/an) attribuable aux composants opaques en fonction du type de maison et de la localité.

TABLEAU 17: ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ANNUELLES ATTRIBUABLES À L'ADOPTION DU CNÉH (kWh/AN)* (COMPOSANTS OPAQUES)

Localité	TYPE DE MAISON				
	Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En rangée 2 étages	Multi-familiale 3 étages
Montréal	4314	4604	3044	1394	2670
Hull	4003	4255	2828	1328	2911
Québec	4173	4423	2920	1331	2480
Chicoutimi	4721	5001	3300	1504	2795
Schefferville	6539	6720	4404	--	--

* Économies brutes avant impact des gains internes et solaires utilisables.

L'examen des données ci-dessus permet de conclure que:

- Le potentiel d'économie est le plus grand pour les maisons unifamiliales isolées de 1 ou 2 étages;
- Le potentiel d'économie est moyen pour les maisons unifamiliales jumelées et pour les maisons du type multifamilial;
- Le potentiel d'économie est modeste pour les maisons unifamiliales en rangées.

Commentaire

L'absence d'isolation thermique au centre de la dalle aura pour effet d'augmenter les déperditions thermiques à travers cette composante. Ceci provient du fait que la température du sol adjacent sera inférieure à celle que l'on pourrait observer dans le cas où il y a absence d'isolant sur la partie inférieure des murs de fondation et du périmètre de la dalle.

C) IMPACT DE L'AMÉLIORATION DU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES FENÊTRES

Le présent article vise à mettre en évidence l'importance de l'amélioration de la performance énergétique des fenêtres sur la consommation énergétique annuelle lors de l'application du CNÉH.

Le tableau 18 donne le potentiel d'économie d'énergie (kWh/an) attribuable aux composantes de la fenestration en fonction du type de maison et de la localité.

TABLEAU 18: ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ANNUELLES (kWh/AN) ATTRIBUABLES AUX EXIGENCES DU CNÉH TOUCHANT LA FENESTRATION

Localité	TYPE DE MAISON				
	Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En rangée 2 étages	Multi-familiale 3 étages
Montréal	1330	1244	1109	916	1034
Hull	1235	1288	1121	929	1044
Québec	1407	1478	1297	1113	1350
Chicoutimi	1663	1642	1401	1250	1612
Schefferville	350	456	281	--	--

(Note: Les économies d'énergie ci-haut mentionnées inclut la variation des gains solaires utilisables).

L'examen des données ci-dessus permet de conclure que:

- Pour les régions A et B, l'ensemble des maisons montre un potentiel d'économie d'énergie variant de 916 à 1663 kWh;
- Le potentiel d'économie pour la région C est faible, cette situation s'explique par l'exigence de performance déjà élevée pour le vitrage de base pour cette région. (i.e. vitrage triple, RSI 0,50)

Remarque:

L'analyse des tableaux B1 à B23 de l'annexe "B" démontre que pour les orientations et la distribution des fenêtres étudiées, l'orientation du vitrage n'a que peu d'influence sur le potentiel d'économie d'énergie. En effet ce phénomène ne représente que $\pm 1\%$ de variation par rapport à la valeur moyenne retenue pour fin de calcul. Ces résultats ne peuvent être généralisés.

Le tableau 19 donne le pourcentage d'économie d'énergie annuelle totale attribuable à la fenestration en fonction du type de maison et de la localité.

TABLEAU 19: POURCENTAGE (%) D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE ATTRIBUABLE AUX EXIGENCES DU CNÉH CONCERNANT LA FENESTRATION

Localité	TYPE DE MAISON				
	Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En rangée 2 étages	Multi-familiale 3 étages
Montréal	17,2	14,8	17,4	19,6	37,4
Hull	16,7	15,7	16,4	19,9	36,7
Québec	17,8	16,7	18,9	21,9	40,9
Chicoutimi	18,5	16,6	18,4	22,1	42,8
Schefferville	3,3	3,9	3,2	--	--

L'examen des données ci-dessus permet de conclure que:

- Pour les localités des régions A et B, les économies d'énergie attribuables à la fenestration représentent de 14,8 à 42,8% du potentiel d'économie total.
- Par contre, pour la région C ce pourcentage n'est que d'environ 3%, pour les raisons mentionnées précédemment.
- Dans le cas des maisons du type multifamilial ce pourcentage représente plus du tiers des économies annuelles totales.

Commentaires

On voit clairement que l'impact de l'amélioration du rendement énergétique des fenêtres n'est pas uniforme entre les régions climatiques. En effet, le CNÉH préconise une amélioration relative des fenêtres beaucoup plus importante pour les régions de climat modéré à rigoureux par rapport aux régions de climat extrême.

À la limite, cette situation pourrait se traduire par l'utilisation d'une fenêtre "améliorée" ayant une résistance à la condensation moindre que la performance initiale de la fenêtre de base tout en respectant les exigences du CNÉH.

DISCUSSION SUR LA NOTION DE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE "RE" POUR LA FENESTRATION

Selon la norme CAN/CSA A440.2, le rendement énergétique (RE) hivernal de ces composantes est calculé en considérant les apports solaires (S) et les déperditions par conduction (-C) et par infiltration (-I). L'équation résultante pour le calcul de "RE" est:

$$\text{RE} = \text{S} - \text{C} - \text{I}$$

Pour ces composantes, lorsque les gains solaires (S) excèdent la somme des déperditions par conduction (C) et infiltration (I), on peut produire un apport net (positif) de chaleur. Dans un tel cas, l'ouverture agit comme un collecteur solaire passif, réduisant ainsi le coût de chauffage annuel pour l'ensemble d'un bâtiment. Plus élevée est la valeur de RE plus grande sera l'économie d'énergie associée à ce collecteur solaire passif.

Dans le cas où les déperditions par conduction (-C) et par infiltration (-I) excèdent les gains solaires (S), il y aura un coût de chauffage associé à cette ouverture. Plus la valeur résultante de RE sera négative, plus grande sera la consommation d'énergie associée à cette composante.

Cette notion peut aussi être appliquée aux murs opaques, l'équation sera par contre limitée aux déperditions par conduction (-C) étant donné que les gains solaires sont nuls et que dans cette étude les infiltrations d'air sont traitées à part.

Le tableau 20 donne les "rendements énergétiques" des murs principaux comparativement aux fenêtres pour chaque zone A, B et C et pour chaque code.

TABLEAU 20: COMPARAISON DES RENDEMENTS ÉNERGÉTIQUES

RÉGION	RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE W/m ²								
	RÉÉNB			CNÉH			AMÉLIORATION		
	Murs	Fenêtres		Murs	Fenêtres		Murs	Fenêtres	
		Fixe	Ouvrante		Fixe	Ouvrante		Fixe	Ouvrante
A	-7.1	-15	-25	-5.3	-3	-13	1.8	12	12
B	-6.8	-15	-25	-5.3	-3	-13	1.5	12	12
C	-5.7	-4	-20	-4.7	0	-10	1	4	10

L'analyse de ces données permet de conclure que le CNÉH exige une amélioration du rendement énergétique des fenêtres en moyenne 7 fois plus importante que l'amélioration de la cote énergétique correspondante des murs principaux.

Le CNÉH met donc l'emphase sur une amélioration marquée de la performance énergétique de la fenestration pour la majorité du bâti au Québec. Le CNÉH exige un rendement énergétique "RE" élevé par rapport aux autres exigences de performance requise par le RÉÉNB pour lequel seul les niveaux minimum de passage sont exigés (i.e. infiltration d'air A1, résistance à la pénétration d'eau B1, charge structurale C1 et aucune exigence relative à la résistance à la condensation).

Nous sommes d'avis que le choix des produits pourrait, advenant l'application du CNÉH, être basé seulement sur la performance énergétique. Cette situation est à éviter puisqu'il est aussi important de permettre à l'utilisateur de sélectionner un niveau de rendement approprié pour les autres critères, tels que: l'infiltration d'air, la résistance à la pénétration d'eau, la résistance structurale, la résistance à la condensation en fonction des données propre à sa localité et à ses attentes. Tous ces critères de performance visent à garantir la qualité du design, la durabilité de la fenêtre, ainsi que le confort qu'un usager est en droit d'espérer. Nous sommes d'avis qu'un programme visant l'efficacité énergétique ne doit pas permettre la réduction des autres exigences nécessaires au respect des objectifs de base associés à une composante de l'enveloppe du bâtiment.

3 "CNÉH + CNB-90" VERSUS "RÉÉNB + CNB-90"

L'adoption du "CNÉH + CNB-90" par rapport à la réglementation initiale du "RÉÉNB + CNB-90" implique:

- une augmentation de la résistance thermique effective de toutes les composantes opaques de l'enveloppe du bâtiment, à l'exception de la dalle reposant sur le sol: et,

- l'introduction de la notion de rendement énergétique (RE) dans le choix des fenêtres.

A) IMPACT D'UNE AUGMENTATION DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE (PAROIS OPAQUES)

Tel que présenté dans les tableaux B-1 à B-23, l'impact d'une augmentation de la résistance thermique effective des parois opaques est identique au cas traité à l'article 3.2.6.2. Néanmoins, en terme d'économie d'énergie totale pour une maison type donnée, il y a une légère diminution des gains solaires et des gains internes utilisables, d'où une légère diminution de l'économie d'énergie totale.

B) IMPACT DE L'AMÉLIORATION DU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES FENÊTRES

Le présent article met en évidence l'importance de l'amélioration de la performance énergétique des fenêtres sur la consommation énergétique annuelle lors de l'application du CNÉH conjointement au CNB-90.

Le tableau 21 donne le potentiel d'économie d'énergie (kWh/an) attribuable aux composantes de la fenestration en fonction du type de maison et de la localité.

TABLEAU 21: ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ANNUELLES (kWh/AN) CNÉH VERSUS RÉÉNB FENESTRATION

Localité	TYPE DE MAISON				
	Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En rangée 2 étages	Multi-familiale 3 étages
Montréal	1450	1395	1252	1124	1163
Hull	1391	1449	1266	1164	1187
Québec	1603	1645	1497	1296	1520
Chicoutimi	1867	1903	1675	1523	1739
Schefferville	681	735	522	--	--

(Note: Les économies d'énergie ci-haut mentionnées inclut la variation des gains solaires utilisables).

L'examen des données ci-dessus permet de conclure que:

- Pour les régions A et B, l'ensemble des maisons types montre un potentiel d'économie d'énergie variant de 1163 à 1903 kWh.

- Le potentiel d'économie pour la région C est faible, cette situation s'applique par l'exigence de performance déjà élevée pour le vitrage de base pour cette région. (i.e. vitrage triple, RSI 0.50)

Remarque:

La variation absolue (augmentation) de l'économie d'énergie annuelle est relativement faible par rapport au cas traité à l'article 3.2.6.2. Celle-ci est due à une légère diminution des gains solaires utilisables.

Le tableau 22 donne le pourcentage de l'économie d'énergie annuelle totale attribuable à la fenestration en fonction du type de maison et de la localité.

TABEAU 22: POURCENTAGE (%) DE L'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE ATTRIBUABLE À LA FENESTRATION (CNÉH VERSUS RÉÉNB)

Localité	TYPE DE MAISON				
	Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En rangée 2 étages	Multi-familiale 3 étages
Montréal	26,0	24,2	30,5	47,7	86,2
Hull	26,7	26,5	32,5	50,3	84,6
Québec	28,7	28,6	35,5	53,0	87,7
Chicoutimi	29,1	28,4	35,0	53,4	86,9
Schefferville	9,5	9,9	10,7	--	--

L'examen des données ci-dessus permet de conclure que:

- Pour les localités des régions A et B, les économies d'énergie attribuables à la fenestration représente de 24,2 à 87,7% du potentiel d'économie total.
- Par contre pour la région C ce pourcentage n'est que d'environ 18%, pour les raisons mentionnées précédemment.
- Dans le cas des maisons du type multifamilial ce pourcentage représente en moyenne les 85% des économies annuelles totales.

Commentaires

On remarque une augmentation importante du pourcentage de l'économie d'énergie annuelle attribuable à la fenestration, et ce malgré une faible variation absolue de l'économie d'énergie. Cette situation résulte de l'absence de la ventilation mécanique continue.

.4 "CNÉH + CNB-95" VERSUS "LA PRATIQUE COURANTE"

Cet article présente à titre indicatif, l'économie d'énergie potentielle annuelle (\$/an) pour chaque maison type construite à Montréal, lorsqu'on compare la mise en oeuvre selon le "CNÉH + CNB-95" avec la pratique courante.

Le tableau 23 permet de comparer la pratique courante avec les exigences du CNÉH + CNB-95.

TABLEAU 23: PRATIQUE COURANTE VERSUS "CNÉH + CNB-95"

COMPOSANT	PRATIQUE COURANTE	CNÉH + CNB-95
Toit	RSI 5,71	RSI 7,0
Murs principaux hors-sol	RSI 3,25	RSI 4,1
Fondation (hauteur totale)	RSI 1,94	RSI 3,1
Dalle sur le sol	RSI 0,20	RSI 0,20
Fenêtres	Base (2 verres clairs avec lame d'air de 12 mm)	Rendement énergétique

Le tableau G-1 de l'annexe "G" donne la consommation d'énergie annuelle (kWh/an et \$/an) pour chaque maison type construite à Montréal.

Le tableau 24 donne l'économie d'énergie annuelle (\$/an) pour chaque maison type en considérant deux cas spécifiques:

- le premier cas: Opération continue du système de ventilation centrale.
- le deuxième cas: Le système de ventilation centrale est contrôlé par un humidistat et la période de fonctionnement hivernale est réduite à 10% du temps total.

TABLEAU 24: ÉCONOMIE ANNUELLE (\$) - "CNÉH + CNB-95 VERSUS LA PRATIQUE COURANTE"

TYPE DE MAISON	ÉCONOMIES ANNUELLES (\$) POUR UNE MAISON À MONTRÉAL			
	AVEC VENTILATION CENTRALE CONTINUE		AVEC VENTILATION CENTRALE INTERMITTENTE (10%)	
	\$	kWh	\$	kWh
Unifamiliale isolée, 1 étage	453	6864	315	4773
Unifamiliale isolée, 2 étages	460	6970	289	4379
Unifamiliale jumelée, 2 étages	378	5727	223	3379
Unifamiliale en rangée, 2 étages	276	4182	120	1818
Multifamiliale 3 étages, 6 unités	1105	16742	539	8167

3.2.7 LES POINTS FAIBLES DU "CNÉH"

Cette partie de l'étude traite des faiblesses et/ou anomalies du CNÉH face à la mise en oeuvre de l'enveloppe des maisons et de la ventilation (VRC).

Les principaux points traités sont:

- L'étanchéité à l'air de l'enveloppe architecturale des maisons;
- La résistance thermique effective des composantes de l'enveloppe;
- La conformité des maisons par la méthode de performance;
- La durabilité ou le maintien des performances en fonction du temps;
- Le contrôle de la condensation superficielle;
- Les techniques d'isolation préconisées pour les murs de fondation;
- Le contrôle de la qualité au chantier.

.1 ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DE L'ENVELOPPE DES MAISONS

a) Introduction

Une des fonctions de l'enveloppe d'un bâtiment est d'être étanche à l'air. Bien que la plupart des concepteurs puissent accorder une importance égale à celle des autres

fonctions (limiter l'écoulement de la chaleur, limiter la transmission du son, limiter la diffusion de vapeur d'eau, résister à la pénétration d'eau, durabilité, etc...), cette caractéristique est et sera toujours plus importante que les autres. Pourquoi en est-il ainsi? Tout simplement parce que cette fonction est d'une importance primordiale dans le rendement effectif des autres fonctions précitées.

Cette partie du document est donc vouée à démontrer l'importance de l'étanchéité à l'air sur la performance effective de certaines autres fonctions de l'enveloppe du bâtiment.

b) Diffusion de vapeur d'eau

Nous savons tous qu'un pare-vapeur doit être installé du côté chaud de l'enveloppe d'un bâtiment, ceci dans le but de minimiser la diffusion de vapeur d'eau vers les composantes plus froides et prévenir ainsi les problèmes occasionnés par la condensation/givre dans la cavité murale.

En considérant que le pare-vapeur utilisé est un film de polyéthylène (0.15 mm), soumis du côté intérieur à une température de 22°C et 30% HR, alors que du côté extérieur la tension de vapeur d'eau est nulle, le calcul du taux de diffusion de vapeur d'eau révèle que le débit massique serait de 0.0097 g/h·m².

Par contre, pour une ouverture dont l'aire de fuite normalisée est de 2 cm²/m² (art. 3.2.4.1.3 du CNÉH) soumis à une pression différentielle de 5 Pa, le calcul du taux de transfert de vapeur d'eau révèle un débit massique de 7.4 g/h·m².

Ces calculs permettent donc de visualiser l'importance de l'étanchéité à l'air sur le transfert de vapeur d'eau car la seule présence d'une ouverture de 2 cm²/m² permettrait un taux d'exfiltration de vapeur d'eau qui est 750 fois plus important que le taux de diffusion de vapeur d'eau à travers le film de polyéthylène (0.15 mm).

c) Transmission de la chaleur ou l'isolation thermique

Toutes les méthodes de calculs actuellement en vigueur considèrent que les composantes visées sont assujetties à un gradient de température et que l'écoulement de la chaleur se fait par les modes d'échange connus, soient: la conduction, la convection et le rayonnement. Ces méthodes de calculs excluent le transfert de masse (infiltration/exfiltration d'air) à travers les composantes de l'enveloppe.

En considérant que le CNÉH permet une aire de fuite normalisée de 2 cm²/m² (art. 3.2.4.1.3) et que la pression différentielle nominale est de 5 Pa (moyenne hivernale), il y aura transfert de masse à travers l'isolation thermique, d'où une réduction de la résistance effective des composantes visées. À la limite, une perméabilité à l'air trop importante des composantes de l'enveloppe aura pour effet de diminuer appréciablement la résistance thermique de l'assemblage et même de la rendre nulle. Dans un tel cas, l'isolant devrait être considéré comme un simple filtre à poussière dont la résistance thermique est nulle.

On peut donc conclure que:

- Pour maintenir valable la notion de résistance thermique effective définie par le CNÉH, il est primordial que l'enveloppe du bâtiment soit étanche à l'air;
- En maintenant une aire de fuite équivalente à $2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, la notion de résistance thermique effective développée dans le CNÉH devient irrecevable et occasionnera de nombreux litiges.
- Bien qu'il soit impossible de rendre les composantes opaques de l'enveloppe parfaitement étanche, on se doit de réduire l'aire de fuite équivalente prescrite à une valeur inférieure si l'on veut tendre vers la résistance thermique effective calculée par le CNÉH.

d) Isolation acoustique de l'enveloppe

Plusieurs études de l'IRC (J.D. Quirt et al.) ont démontré que l'atténuation acoustique des composantes d'une paroi est intimement liée à l'étanchéité à l'air de l'assemblage.

Il est illusoire ou utopique de penser que les valeurs tabulées pour les divers indices STC (Sound Transmission Class) sont représentatives de la réalité, s'il n'y a aucun soin apporté pour assurer l'étanchéité à l'air de l'assemblage.

Pour illustrer l'importance de l'étanchéité à l'air sur l'isolation acoustique, citons le cas d'un mur de béton étanche de $2.4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 200 \text{ mm}$ d'épaisseur, lequel aurait un indice STC de 50, alors que le même mur avec une aire de fuite équivalente de $2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ aurait un indice STC au voisinage de 37. Cette perte de l'isolation acoustique est inacceptable.

e) Résistance à la pénétration d'eau de pluie

Pour minimiser la probabilité de pénétration d'eau de pluie, l'enveloppe du bâtiment est habituellement conçu suivant le concept de l'écran pluvial. L'application de ce concept nécessite que le parement fasse écran de pluie, alors que le mur de fond (pare-air) agit pour résister à l'écoulement de l'air et ainsi obtenir un quasi-équilibre de pression de la cavité murale avec l'ambiance extérieure.

Le non-respect de ce concept entraîne inévitablement une augmentation de la probabilité de pénétration d'eau de pluie et les désordres architecturaux qui en découlent (moisissure, pourriture du bois, corrosion des attaches, perte des propriétés isolantes, etc...).

La résistance à la pénétration d'eau de pluie et la durabilité des composantes de l'enveloppe nécessite l'utilisation d'un pare-air plus efficace que celui défini par le CNÉH.

f) Résistance au feu

La résistance au feu des composantes de l'enveloppe d'un bâtiment est aussi intimement liée à l'étanchéité à l'air ou à la compartimentation que procure le système pare-air.

La présence d'une aire de fuite équivalente à $2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ a pour effet de diminuer appréciablement la résistance au feu de l'enveloppe d'un bâtiment.

g) Conclusions

- L'analyse ci-dessus démontre l'importance primordiale du facteur "étanchéité à l'air" sur quelques autres fonctions de l'enveloppe d'un bâtiment.
- Tel qu'énoncé dans les explications données par le CNÉH, l'exigence d'une aire de fuite équivalente maximale de $2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ n'est pas particulièrement rigoureuse puisque 80% des 200 maisons faisant partie de l'étude définie par le CNÉH répondaient déjà à ce critère.
- Étant donné l'importance primordiale du facteur "étanchéité à l'air" sur les autres fonctions de l'enveloppe, sur le coût énergétique et sur le confort des occupants, nous croyons que l'exigence actuelle du CNÉH n'est pas valable.

h) Recommandation

Bien qu'il soit impossible d'assurer l'étanchéité à l'air parfaite de l'enveloppe d'un bâtiment, les maisons canadiennes du type "R-2000" et l'exigence nationale de la Suède (déjà en place depuis au moins une décennie) de 1.5 changement d'air par heure sous une pression différentielle de 50 Pa (équivalent à une aire de fuite de $0.7 \text{ cm}^2/\text{m}^2$) est beaucoup plus représentative pour une maison où l'efficacité énergétique est importante. Evidemment, pour répondre à cette nouvelle exigence, la construction de l'enveloppe nécessitera plus de soin vis-à-vis le critère étanchéité à l'air, d'où un contrôle de qualité plus exigeant de la part des concepteurs et des constructeurs.

"Quelque soit la technique de construction utilisée pour réaliser l'enveloppe architecturale des habitations, celles-ci devraient satisfaire l'exigence de 1.5 CAH @ 50 Pa quand elles sont mises à l'essai conformément à la norme 149.10 de l'ONGC".

L'application d'une telle exigence aura pour effet:

- D'exiger que les concepteurs réalisent des détails de construction plus détaillés;
- D'exiger un meilleur contrôle de la qualité de la part des constructeurs;
- D'améliorer les techniques de construction;
- D'obliger les constructeurs à faire des choix judicieux pour les diverses composantes de l'enveloppe du bâtiment;
- D'améliorer l'efficacité énergétique et les autres fonctions de l'enveloppe du bâtiment;
- D'accroître le confort des occupants.

Bien que le coût d'un tel essai soit de l'ordre de \$ 300.00 à 350.00 par habitation, celui-ci est certainement faible par rapport aux nombreux bénéfices escomptés.

.2 RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE

Tel que rédigé dans le CNÉH, la résistance thermique effective est définie comme étant l'inverse de la conductance thermique globale. La conductance thermique globale est à son tour définie par "le taux de transmission de chaleur à travers un ensemble de construction sous l'effet d'une différence de température".

Bien que cette définition soit valable sur une base théorique, il en est tout autrement dans la pratique quotidienne, car la technique d'installation et/ou l'étanchéité d'un assemblage ne sont jamais parfaites.

L'installation d'un isolant en nattes implique toujours des imperfections qui auront pour effet de réduire sa résistance thermique. Les imperfections proviennent du tassement (compression) et/ou de la formation de boucles fermées ou ouvertes qui permettent à l'air de se déplacer par convection dans l'assemblage.

À l'exception de cas très particuliers, l'étanchéité à l'air d'un assemblage n'est jamais parfait et cet assemblage est soumis à une pression différentielle durant la totalité de l'hiver. Il en résulte donc un transfert de masse (infiltration ou exfiltration), lequel aura pour effet de réduire la résistance thermique de l'assemblage.

Pour palier à l'effet des imperfections mentionnées ci-dessus, la définition de conductance thermique effective devrait se lire comme suit: "le taux de transmission à travers un ensemble de construction sous l'effet d'une différence de température en négligeant les effets associés à la technique d'installation et/ou au transfert de masse".

.3 CONFORMITÉ DES MAISONS PAR LA MÉTHODE DE PERFORMANCE

Au Québec, le CNÉH permet qu'il y ait pondération de la consommation d'énergie en fonction de la source d'énergie utilisée. Les facteurs de pondération sont: 1 pour l'électricité, 0.54 pour le propane et le mazout, 0.53 pour le gaz naturel et 0.5 pour les cas où une thermopompe est utilisé.

Cette observation implique que la consommation d'énergie permmissible par les sources d'énergie autres que l'électricité pourrait être sensiblement égale au double de celle requise par l'électricité. Pour les sources d'énergie autres que l'électricité, le CNÉH permettrait que:

- a) la résistance thermique effective des murs hors-sol et les toits à solives puisse être réduite à 75% de la valeur prescrite;
- b) la résistance thermique effective des autres composants opaques puisse être réduite à 60% de la valeur prescrite.

L'effet résultant de cette diminution de la résistance thermique effective des composants opaques sera donc de réduire le coût de construction de l'enveloppe du bâtiment, lorsque la source d'énergie est autre que l'électricité.

Il est intéressant de constater que dans les autres provinces, la valeur prescrite pour la résistance thermique effective peut être sensiblement inférieure lorsqu'on utilise une source d'énergie autre que l'électricité. Ceci implique que pour ces provinces, la résistance thermique effective peut être encore plus basse, d'où une économie accrue dans le coût de construction de l'enveloppe du bâtiment.

.4 DURABILITÉ OU LE MAINTIEN DU RENDEMENT EN FONCTION DU TEMPS

Bien que la totalité des composants opaques de l'enveloppe ne sont pas sujets à une dégradation des propriétés isolantes en fonction du temps, il en est tout autre pour les fenêtres et le VRC.

La norme actuelle de fabrication des fenêtres (CAN/CSA-A440-M90) permet d'évaluer ces produits à l'état neuf et dans des conditions idéales. La norme actuelle ne permet pas de s'assurer qu'il y a maintien de l'étanchéité à l'air en fonction du temps, ni d'évaluer l'étanchéité à l'air lorsque la fenêtre est soumise à un écart de température représentatif des conditions hivernales. La norme qui traite de la construction des vitrages isolants (CAN/CGSB-12.8 M) ne permet pas d'évaluer la rétention du gaz de remplissage propriétés et de l'enduit à faible émissivité en fonction du temps. Ces incertitudes devront être éliminées pour s'assurer que les économies d'énergie potentielles soient réalisées.

En ce qui concerne le VRC, la norme actuelle ne permet pas d'évaluer l'influence d'un encrassement différentiel entre les côtés chaud et froid du récupérateur de chaleur, ni d'évaluer l'importance de la ventilation intermittente (hotte de cuisine, sècheuse, etc) sur les débits volumétriques du système de ventilation continu, ni l'influence d'un fonctionnement intermittent du VRC. Toutes ces variables ont pour effet de réduire l'efficacité du récupérateur de chaleur, d'où une réduction du potentiel d'économie d'énergie.

.5 LE CONTRÔLE DE LA CONDENSATION SUPERFICIELLE

L'adoption du CNÉH aura pour effet d'augmenter la résistance thermique effective de la plupart des composants de l'enveloppe, d'où une amélioration de la résistance à la condensation de ces composants. Néanmoins, il en est tout autre pour les fenêtres de la région climatique "C".

Pour les surfaces vitrées de la région "C", le CNÉH exige une résistance thermique minimale de 0.42 RSI, alors que le RÉÉNB exige une résistance thermique minimale de 0.50 RSI. L'adoption du CNÉH aura donc pour effet de réduire l'exigence vis-à-vis la résistance à la condensation des produits verriers, d'où un accroissement de la probabilité de condensation superficielle.

.6 LES TECHNIQUES D'ISOLATION PRÉCONISÉES POUR LES MURS DE FONDATION

Bien que la technique d'isolation thermique (côté intérieur ou côté extérieur) ait peu ou pas d'influence sur le rendement énergétique des murs de fondation, la technique choisie peut influencer la durabilité de l'ouvrage.

En choisissant d'installer l'isolation thermique du côté intérieur, cette décision du concepteur et/ou du constructeur aura les effets suivants:

- soumettre le mur de fondation à des variations de températures saisonnières;
- introduire des contraintes thermiques de traction dans le béton, d'où une augmentation de la probabilité de fissuration du mur;
- perte de surface utilisable par les occupants.

Par contre, lorsque la décision du concepteur et/ou du constructeur est d'installer l'isolation thermique du côté extérieur de la fondation, les effets négatifs mentionnés ci-haut sont éliminés.

La question qui se pose est donc: "Est-ce que le CNÉH devrait opter seulement pour la technique d'isolation thermique en procédant du côté extérieur?". Pour l'intérêt de la communauté et de la durabilité de la fondation, on devrait donc répondre à cette question avant l'adoption de cet article du CNÉH.

.7 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ AU CHANTIER

À l'exception des fenêtres et des isolants qui doivent répondre des normes de références (lesquelles visent essentiellement la fabrication de ces produits), il n'y a aucune exigence visant la vérification de l'assemblage de tous les composants de l'enveloppe du bâtiment.

En d'autres mots, le CNÉH considère que la méthode de pose et/ou la technique de liaison entre les divers matériaux n'auront aucune influence sur le comportement global de l'enveloppe du bâtiment. Dans la pratique courante de construction, il est utopique de rencontrer cet objectif d'excellence, s'il n'y a aucun suivi ou contrôle des travaux de construction. Pour palier à cette absence de contrôle de la qualité, il est primordial d'insérer dans le CNÉH une ou des exigences qui permettront de s'assurer que le comportement global soit plus près de l'objectif visé, i.e. l'excellence.

Bien qu'il y ait plusieurs techniques expérimentales de vérification de l'enveloppe des bâtiments, les techniques les plus valables et abordables du point de vue économique sont: l'infiltrométrie et la thermographie. La première technique permet de mesurer l'étanchéité de l'assemblage des divers composants et la deuxième permet de mesurer la résistance thermique effective en tenant compte des phénomènes de conduction, convection et transfert de masse (infiltration). Parmi ces deux techniques, il n'y a que l'infiltrométrie qui puisse être utilisée à n'importe quel temps de l'année.

Recommandation:

Dans le but d'assurer que le "système enveloppe" se comporte le plus près possible des conditions désirées, il est impératif de mesurer l'étanchéité à l'air de ce système et de s'assurer que l'exigence définie par le CNÉH soit adéquate.

4. IMPACTS SUR LES COÛTS DE CONSTRUCTION

4.1 APPLICATION DU CNÉH PAR RAPPORT AU "RÉÉNB + CNB-95"

Suite à une étude comparative du document « Règlement d'économie d'énergie pour les nouveaux bâtiments » (RÉÉNB) et du « Code national de l'énergie pour habitation » daté de juillet 1996 (CNÉH), nous avons retenu les principaux points qui influencent les coûts de construction, voici ces points :

- plans et devis
- isolation des fondations
- étanchéité à l'air des murs et de l'enveloppe
- isolation des murs opaques
- isolation de la toiture
- fenêtres
- système de chauffage
- système de ventilation mécanique pour chaque pièce

Pour chacun des titres mentionnés ci-dessus, nous avons procédé de la façon suivante : nous avons comparé les articles du CNÉH à ceux du RÉÉNB et nous avons expliqué la «différence». Cette différence exige des travaux supplémentaires et nous les avons décrits. Afin de pouvoir comparer les résistances thermiques des deux documents, nous avons converti les résistances thermiques nominales de l'isolant demandées dans la RÉÉNB en résistances thermiques effectives telle qu'utilisées dans le CNÉH. Voici donc les titres que nous avons utilisés :

A) Exigences du CNÉH

Dans cette partie nous avons inscrit le numéro de l'article concernant le point discuté et en avons fait un résumé ou décrit le sens.

B) Exigences du RÉÉNB

Dans cette partie nous avons inscrit le numéro de l'article concernant le point discuté et en avons fait un résumé ou décrit le sens.

C) Différence

Cette différence est celle qui existe entre le RÉÉNB et le CNÉH, concernant le point discuté.

D) Réalisation

Afin de pouvoir faire une étude comparative réaliste, nous avons utilisé les méthodes de construction se rapprochant le plus des pratiques utilisées dans la construction résidentielle. Nous ne commenterons pas la qualité de ces pratiques et leurs conséquences. Ceci ne faisait pas partie de notre mandat.

E) Coût

Nous avons ensuite prévu un coût de construction pour la réalisation de ces travaux supplémentaires. Ce coût comprend les matériaux, la main-d'oeuvre et les taxes fédérales et provinciales. Il est important de mentionner que les coûts pour chaque région peuvent varier selon la ville dans une même région. Dans la région C, compte tenu du faible pourcentage de construction, nous n'avons pas fait l'étude.

4.1.2 PLANS ET DEVIS

Exigences du CNÉH

À l'article 2.3.1.1, des informations sont exigées concernant le rendement énergétique, les détails de construction, le type et les caractéristiques des fenêtres, les portes et les portes coulissantes ou autres.

Exigences du RÉÉNB

À l'article 4 du chapitre 1, Plans et devis, des informations générales sont demandées pour les habitations. Celles-ci sont moindres que ce qui est demandé dans le CNÉH.

Différence

Dans le CNÉH, les informations techniques en électricité, en ventilation et en enveloppe de bâtiment sont demandées en sus de ce qui est exigé dans la RÉÉNB.

Réalisation

Des informations plus précises étant exigées, les plans devront être plus complets et faits par des gens ayant une connaissance détaillée du CNÉH et des autres secteurs de la construction (électricité, ventilation, chauffage, enveloppe, etc..).

Coût

Les coûts pour chaque nouvelle série de plans seront plus élevés parce qu'ils exigeront au début plus d'heures de travail (40 à 80) consacrées à la compréhension des nouvelles normes. Ces heures font partie de l'apprentissage que devra faire le concepteur. Après la période d'apprentissage, on peut envisager une augmentation d'environ 30 heures par nouvelle série de plans. Si les plans peuvent servir à la construction de maisons en série l'augmentation de coût sera alors répartie sur plusieurs maisons.

On peut dire que $30 \text{ heures} \times 57\$ = 1\,710\$$, alors 10 unités coûteront 171\$ par unité. Ceci peut être différent pour chaque promoteur. Pour les besoins de l'étude, nous avons ajouté 171\$ par maison.

4.1.3 ISOLATION DES FONDATIONS

Exigences du CNÉH

Une isolation de toute la fondation est demandée au paragraphe 3.3.2.1 3). L'isolation peut se faire sur la face intérieure ou extérieure de la fondation. La résistance thermique effective demandée pour chacune des trois régions est de RSI 3,1.

Exigences du RÉENB

On demande, à l'article 9 du chapitre 2, d'isoler à une profondeur de 600 mm en dessous du sol fini. La résistance thermique demandée à l'article 34 du chapitre 3 est de RSI 2,2 pour toutes les zones. Il est donc important de constater que cette valeur RSI n'est pas une valeur effective tel que dans le CNÉH. Afin de pouvoir comparer nous avons calculé cette valeur comme étant RSI 1,98 pour les parties hors sol et 600 mm sous le sol. La partie sous le 600 mm (mur de fondation seul) fait déjà RSI effective de 0,21(voir annexe F).

Différence

Une isolation continue sur toute la fondation est demandée. Donc une valeur de résistance thermique accrue de RSI 1,12 pour les parties hors sol et 600 mm sous le sol et une RSI accrue de 2,89 pour celle sous le 600 mm, pour les maisons de types #1 à #4. Pour le type de maison #5, il faut noter que le mur de fondation est à plus de 1,2 m hors sol , il est donc nécessaire de considérer cette partie comme un mur opaque (paragraphe 3.3.1.1 3) du CNÉH). Elle devra avoir une résistance thermique effective de RSI 4,1. Dans ce cas, on maintiendra des valeur de résistance thermique accrues de RSI 2,12 pour la partie hors sol, de RSI 1,12 pour la partie du 600 mm sous le sol et de RSI 2,89 pour celle sous le 600 mm.

Réalisation

Cette isolation peut se faire par l'extérieur ou par l'intérieur. Dans les deux cas des avantages et des inconvénients techniques existent. Le concepteur devra tenir compte des contraintes environnementales et scientifiques lors de la conception de ces détails. Pour les fins de notre étude nous avons retenu la méthode d'isolation à l'intérieur des fondations. Cette méthode est la plus utilisée par les constructeurs.

Coût

Pour la partie hors sol et jusqu'à 600 mm sous le sol des maisons de types #1 à #4, il faudra ajouter, en sus de l'isolation déjà exigée par le RÉENB, 89 mm d'isolant de fibre de verre en natte inséré entre des colombages 38 x 89, ainsi qu'une fourrure derrière le panneau de gypse. La réalisation de cette composition coûtera au total 11,54\$ le mètre carré pour la région A et 11,27\$ le mètre carré pour la région B. Pour la partie sous les 600 mm, il faudra ajouter à la composition précédente un isolant semi-rigide de 50 mm sur la face intérieur du mur de béton. Ceci augmentera le coût à 24,03\$ le mètre carré pour la région A et 23,47\$ le mètre carré pour la région B. Dans le cas du type de maison #5, pour la partie hors sol, il faudra ajouter, en sus de l'isolation déjà exigée par le RÉENB, 140 mm d'isolant en natte entre des colombages de 38 mm x 140 mm au-dessus desquels il faudra poser un pare-vapeur réfléchissant, des fourrures 19 mm x 64 mm à 406 mm c.c. et un gypse. Le coût total pour cette composition est de 16,87\$/m² pour la région A et 16,47\$/m² pour la région B.

On devra avoir, pour la partie à 600 mm sous le sol de la maison de type #5, la même composition que pour la partie hors sol précédente du même type de maison, sauf que l'isolant sera de 89 mm au lieu de 140 mm d'épaisseur. Le coût sera donc de 13,68\$/m² pour la région A et 13,36\$/m² pour la région B. S'il s'agit de la partie sous le 600 mm, le coût sera de 26,17\$/m² pour la région A et 25,55\$/m² pour la région B car il faut ajouter à la face intérieur du mur de béton 50 mm d'isolant rigide, des colombage de 38 mm x 140 mm à 610 mm c.c., de l'isolant en natte de 89 mm d'épaisseur, ainsi qu'un pare-vapeur réfléchissant installé sous des fourrures créant une lame d'air.

4.1.4 ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DES MURS ET DE L'ENVELOPPE

Exigences du CNÉH

Il est demandé au paragraphe 3.2.4.1, 3) que l'air de fuite ne dépasse pas $2,0 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ (ceci étant équivalent à 4,28 changements d'air à l'heure) quand l'étanchéité est mise à l'essai conformément à la norme 149.10 de l'ONGC « Détermination de l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment par la méthode de dépressurisation au moyen d'un ventilateur ».

Il est demandé à l'article 3.2.4.1, 2) que tout endroit où l'air peut s'infiltrer dans un espace chauffé doit être calfeutré.

Exigences du RÉÉNB

Il est demandé aux articles 44 et 45 du chapitre 3, de rendre étanche à l'air l'enveloppe avec différents matériaux dont le ruban encollé, le calfeutrage, etc. Aucune résistance d'étanchéité n'est mentionnée. Donc aucun barème d'évaluation n'est possible.

Différence

Le CNÉH mentionne un barème d'étanchéité (voir article 4.1.7). Par contre celui-ci est tellement faible qu'il est largement dépassé par les techniques actuelles. Il n'y a donc aucune amélioration de l'étanchéité entre la loi actuelle et le code proposé.

Réalisation

Cette différence n'implique aucun changement au niveau de la construction.

Coût

Aucun.

4.1.5 ISOLATION DES MURS OPAQUES

Exigences du CNÉH

Tel que demandé au paragraphe 3.3.1.1 1), la résistance thermique effective doit être continue et avoir un facteur RSI de 4,1 pour les régions A et B.

Exigences du RÉÉNB

La résistance thermique effective exigée à l'article 34 du chapitre 3 du RÉÉNB pour la zone A est de RSI 3,1 et de RSI 3,6 - 3,8 - 4,0 nominal pour les trois zones B, C, D du RÉÉNB correspondant à la nouvelle région B dont le RSI effectif est de 3,21.

Différence

Pour la nouvelle région A, une résistance supérieure de RSI 1,0 et pour la région B une résistance supérieure d'environ RSI 0,89. Cette différence s'exprime en construction en disant que le mur extérieur peut actuellement être construit avec du colombage de 38 x 89mm et de l'isolant en matelas entre ceux-ci, avec un panneau de carton fibre à l'extérieur et un pare-vapeur et un gypse à l'intérieur. Ceci rencontre actuellement les exigences de résistance thermique du RÉÉNB. Avec le CNÉH cette méthode est devenue trop faible au niveau de son rendement énergétique.

Réalisation

Selon le type d'isolant (natte, mousse soufflée etc.) et de son facteur de résistance thermique, nous avons opté pour un type de construction rencontrant les exigences. En général l'isolant en natte de fibre de verre est le plus utilisé. Au mur de colombages 38 mm x 140 mm, on ajoutera entre ceux-ci un isolant en matelas de 140 mm et un isolant semi-rigide de 38 mm du côté extérieur des colombages. Il faudra également ajouter un pare-vapeur réfléchissant ainsi qu'une fourrure à l'intérieur.

Coût

Cette nouvelle exigence de performance thermique augmente le coût de construction (en rapport avec l'exigence de la réglementation actuelle du RÉÉNB) selon la méthode de construction qui sera retenue par le constructeur. L'augmentation de l'épaisseur de l'isolant en fibre de verre (de faible densité) de 89 mm à 140 mm d'épaisseur, l'utilisation de colombages plus gros et l'ajout de fourrure et d'un pare-vapeur réfléchissant représente une augmentation d'environ 16,10\$ le mètre carré pour la région A et 15,72\$ le mètre carré pour la région B.

4.1.6 ISOLATION DE LA TOITURE

Exigences du CNÉH

La résistance thermique effective doit être continue (l'article 3.2.2.1) et avoir un facteur RSI de 7,0 pour les régions A et B.

Exigences du RÉÉNB

La résistance thermique exigée à l'article 34 du chapitre 3 pour la zone A est de RSI 5,26 et de RSI 5,6 - 6,0 - 6,3 nominal pour les trois zones B, C, D correspondant à la nouvelle région B dont le RSI effectif est de 5,72.

Différence

Pour la nouvelle région A, une résistance supérieure de RSI 1,74 et pour la nouvelle région B une résistance supérieure d'environ RSI 1,28.

Réalisation

En général, cette augmentation du facteur de résistance thermique effective se fera par l'ajout d'isolation dans l'entretoit. La toiture avec comble ventilé est la méthode de construction la plus utilisée actuellement. L'augmentation de l'isolation sera donc relativement simple à réaliser. Nous prenons pour acquis, pour les fins de cette étude, que la natte de fibre de verre est utilisée pour l'isolation entre les fermes de toit et qu'une épaisseur d'isolant de 89 mm est ajoutée par-dessus l'isolant de 222 mm actuel dans la région A. Pour la région B, pour atteindre la résistance supérieur de RSI 1,28, il suffira d'ajouter aussi une épaisseur d'isolant de 89 mm supplémentaire par-dessus un isolant de 202 mm d'épaisseur au lieu de 222 mm.

Coût

Le coût comprendra la pose et la fourniture de l'isolant supplémentaire. (2,40\$ le mètre carré pour la région A et 2,35\$ le mètre carré pour la région B)

4.1.7 ESSAIS D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Exigences du CNÉH

Dans la partie 3, (paragraphe 3.2.4.1, 3) il est suggéré de faire un essai d'étanchéité à l'air si la réalisation de l'enveloppe n'est pas conforme ou si une méthode inconnue de l'inspecteur a été utilisée.

Exigences du RÉÉNB

Aucun essai n'est demandé à la section 5 du chapitre 3.

Différence

Il est possible de demander un essai d'étanchéité à l'air si l'inspecteur n'est pas certain de la réalisation des détails de l'enveloppe. Il est aussi possible que le promoteur exige cet essai pour rassurer le client sur la qualité de son travail, ceci devenant un atout de vente supplémentaire. Cet essai met en cause la responsabilité de l'entrepreneur, des sous-entrepreneurs, des concepteurs et du laboratoire accrédité. Le client est alors beaucoup mieux couvert.

Réalisation:

Il est demandé que cet essai soit réalisé selon la norme 149.10 de l'ONGC, «Détermination de l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment par la méthode de dépressurisation au moyen d'un ventilateur».

Coût

La réalisation d'un tel essai peut varier entre 200\$ et 500\$ selon la complexité de la maison. Il est donc raisonnable de prévoir un coût de 350\$ par maison. Les prix peuvent varier selon la région et la quantité à réaliser dans le même secteur.

Il est à noter que cet essai n'est pas obligatoire et ne sera pas pris en considération dans l'évaluation des coûts supplémentaires.

4.1.8 VENTILATION MÉCANIQUE

Pour les fins de cette partie nous abordons les exigences des codes CNB 90 ET CNB 95.

Exigences du CNB 90

Tous les logements doivent être équipés d'une installation de ventilation mécanique capable d'extraire l'air intérieur ou d'introduire l'air extérieur à raison d'au moins 0,3 changement d'air à l'heure (CAH) en moyenne sur n'importe quelle période de 24 heures. (article 9.32.1.2)

Exigences du RÉÉNB

Voir les exigences du CNB 90, en ajoutant: l'installation d'une ouverture d'admission d'air extérieur pourvue d'un dispositif de contrôle qui limite la quantité d'air introduit à celle reprise par le système de ventilation (extraction). Ceci implique l'ajout d'un dispositif de contrôle (volet barométrique ou volet motorisé) selon l'article 46 du chapitre 3.

Exigences du CNB 95

Ce code exige (voir paragraphe 9.32.1.1. 1) un système de ventilation mécanique dont la capacité totale minimale est fonction du nombre et du type de pièces dans un logement. Pour les maisons unifamiliales, la capacité totale minimale est de l'ordre de 0,3 à 0,4 CAH.

En plus de satisfaire l'exigence ci-dessus, ce code exige l'installation d'un ventilateur extracteur principal dont la capacité nominale soit égale à au moins 50% de la capacité totale minimale. Ce ventilateur extracteur principal est commandé par un déshumidistat ou par un autre dispositif de commande automatique (ex.: contrôle de la concentration de polluants atmosphériques) en plus de l'interrupteur manuel exigé. Le ventilateur extracteur doit être raccordé à un réseau de distribution d'air (salle de bains, cuisine, séjour). Pour les installations de ventilation non jumelées à des installations de chauffage à air pulsé (ex.: plinthes électriques), il faut aussi installer un ventilateur d'alimentation ayant une capacité nominale égale à la capacité minimale du ventilateur extracteur principal exigé. Sauf si l'admission d'air extérieur est assurée par un ventilateur récupérateur de chaleur, il faut réchauffer cet air à 12°C avant qu'il atteigne les pièces (élément chauffant ou serpentin).

La capacité nominale du ventilateur principal exigée par le CNB 95 permet de réaliser 0.15 à 0,20 CAH.

Exigences du CNÉH

En plus de satisfaire les exigences du CNB 95, le ventilateur principal d'extraction doit être munie d'un dispositif de récupération de chaleur (à l'article 5.3.1.1.), lequel doit avoir une efficacité de récupération de la chaleur sensible:

- a) d'au moins 65% à une température d'essai de l'air extérieur de 0°C;
- b) d'au moins 55% à une température d'essai de l'air extérieur de -25°C;
- c) d'au moins 45% à une température d'essai de l'air extérieur de -40°C.

Différences

RÉÉNB versus CNB 90

À l'exception de l'ajout d'un dispositif de contrôle de la pression intérieure du bâtiment, il n'y a aucune différence additionnelle.

CNB 95 versus le RÉÉNB + CNB-90

L'application du CNB 95 versus le RÉÉNB nécessite l'ajout des composantes suivantes: un ventilateur extracteur principal, un ventilateur d'alimentation, un réseau de distribution et d'évacuation d'air et, dans certains cas, un élément chauffant.

CNÉH versus CNB 95

L'application du CNÉH par rapport au CNB 95 nécessite l'ajout d'un dispositif de récupération de chaleur.

Coût

L'augmentation du coût d'une maison unifamiliale est donnée ci-dessous:

RÉÉNB versus CNB-90	100\$ (ajout du volet barométrique)
CNB-95 versus le RÉÉNB	900\$ à 1 300\$ (ventilation centrale)
CNÉH versus CNB-95	600\$ à 900\$ (ajout du récupérateur de chaleur)

4.1.9 FENÊTRES

Exigences du CNÉH

La conductance thermique des surfaces vitrées (article 3.3.1.2.) ne doit pas dépasser $2.6 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$ ($\text{RSI}_{\text{min}} = 0.38$) pour les régions A et B et, $2,4 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$ ($\text{RSI}_{\text{min}} = 0,42$) pour la région C.

Le rendement énergétique des fenêtres (vitrage et parties opaques) doit être égal ou supérieur (article 3.3.1.2.) à -13 (fenêtres munies de châssis) ou à -3 (fenêtres fixes sans châssis) pour les Régions A et B et, à -10 (fenêtres munies de châssis) ou à 0 (fenêtres fixes sans châssis) pour la région C.

La surface totale de vitrage, y compris celle des portes et lanterneaux, ne doit pas être supérieure à 20% de la surface de plancher.

Exigences du RÉÉNB

La résistance thermique des surfaces vitrées (aux articles 37 et 38 du chapitre 3) doit être égale ou supérieure à RSI 0,35 pour les régions A et B (soit l'équivalent des zones A, B, C et D) et à RSI 0,50 pour la région C (soit l'équivalent des zones E et F).

Le règlement ne précise pas d'exigence quant au rendement énergétique des fenêtres, sauf l'exigence d'une coupure thermique dans le cas des fenêtres en métal.

La surface totale de vitrage, y compris celle des portes et des lanterneaux, ne doit pas être supérieure à 15% de la surface de plancher.

L'indice de résistance à la condensation des fenêtres doit être égal ou supérieur à 40.

Différence

La principale différence provient de l'introduction dans le CNÉH du concept de rendement énergétique des fenêtres. Ce rendement est défini par la résultante des phénomènes d'échange d'énergie à travers les fenêtres, soient: les gains solaires (+), les déperditions d'énergie par conduction (-) et l'énergie associée au chauffage des fuites d'air (-). Cette méthode d'évaluation est beaucoup plus réaliste que les méthodes traditionnelles qui ne tenaient pas compte des gains solaires qui font diminuer la facture énergétique.

Avec le CNÉH, la résistance thermique des surfaces transparentes est augmentée de 8% pour les régions A et B, tandis qu'elle est réduite de 16% pour la région C. Pour les fenêtres installées dans la région C, ceci implique qu'elles seront plus sujettes à la condensation superficielle ou que l'humidité relative maintenue dans le bâtiment d'habitation soit réduite pour éviter cette condensation superficielle.

Le CNÉH ne mentionne pas d'exigence spécifique quant au critère de résistance à la condensation des fenêtres. Ceci implique que l'on pourrait obtenir des produits dont le rendement énergétique calculé satisfait les critères de base énoncés ci-haut, mais qui permettent la condensation superficielle sur les parois intérieures des fenêtres. Dans un tel cas, la valeur du rendement énergétique calculée d'après la norme CAN/CSA A 440.2 n'est pas réaliste.

Réalisation

Pour obtenir les rendements énergétiques définis ci-dessus, toutes les fenêtres (bois, PVC, fibre de verre, aluminium) devront être équipées de vitrages isolants comportant un enduit à faible émissivité sur la face 3 (face extérieure de la vitre intérieure) et un gaz de remplissage (argon). Mis à part un nombre restreint de fenêtres en aluminium avec coupure thermique, la plupart des fenêtres en aluminium ne rencontrent pas ces exigences.

Coût

Cette nouvelle exigence de rendement thermique augmente le coût de fabrication des fenêtres. Bien que le coût de fabrication dépend de plusieurs variables (menuiserie, dimensions, rapport d'aspect, nombre d'unités produites), nous estimons que l'ajout d'un enduit à faible émissivité et un gaz de remplissage représente une augmentation d'environ de 30\$ le mètre carré (régions A et B).

4.1.10 SYSTÈME DE CHAUFFAGE (PUISSANCE)

Le calcul de la puissance électrique totale requise pour combler les déperditions thermiques d'une maison située dans une région climatique donnée, est intimement liée à l'isolation thermique, l'étanchéité à l'air et aux taux de ventilation.

En fonction des différents codes et règlements, le calcul de cette puissance électrique totale pour une maison donnée et une localité donnée, révèle que la diminution ou l'augmentation de la puissance totale due à ces facteurs est de l'ordre de 2 à 5 kW.

Pour les systèmes de chauffage avec plinthes électriques, la variation de la puissance totale doit être répartie en fonction d'un certain nombre d'emplacements, lequel est constant. Ceci implique donc une variation de la puissance installée par plinthe qui est de l'ordre de 0,25 à 0,6 kW.

Bien que l'on puisse réaliser une faible économie sur le prix d'achat de chacune des plinthes électriques, les coûts additionnels associés à l'augmentation ou à la diminution de la puissance du système de chauffage, dus à l'adoption des divers codes et règlements, sont considérés comme négligeables.

4.2 COÛT ADDITIONNEL DÛ À L'ADOPTION DU "CNÉH + CNB-95" VERSUS LE "RÉÉNB + CNB-90"

Les tableaux de l'annexe "H" présentent le calcul détaillé de l'augmentation des coûts de construction de chaque maison type en fonction de la région (A et B) visée. Les coûts indiqués correspondent aux montants additionnels qu'il faudra déboursier pour rendre ces maisons conformes au CNÉH et CNB-95.

Le tableau 25 donne la majoration globale du coût des maisons suite à l'adoption du CNÉH et CNB-95 comparativement à des maisons de base respectant le RÉÉNB + CNB-90.

TABLEAU 25: AUGMENTATION DU COÛT DES MAISONS SUITE À L'ADOPTION DU CNÉH ET DU CNB-95 (Référence = RÉÉNB + CNB-90)

TYPE DE MAISON	AUGMENTATION DU COÛT (\$)	
	RÉGION A	RÉGION B
	Montréal	Québec
Unifamiliale isolée, 1 étage	4 343	4 273
Unifamiliale isolée, 2 étages	5 045	4 958
Unifamiliale jumelée, 2 étages	3 792	3 733
Unifamiliale en rangée, 2 étages	2 308	2 281
Multifamiliale 3 étages, 6 unités	9 725	9 598

5. COÛT ADDITIONNEL DÛ À L'ADOPTION DU "CNÉH + CNB-95" VERSUS "LA PRATIQUE COURANTE"

5.1 INTRODUCTION

Il est important de mentionner que le terme « pratique courante » en construction est définie comme étant la façon de construire la plus usuelle (unifamiliale, multifamiliale, commerciale etc.). Cette façon tient surtout compte de la disponibilité des matériaux et de la main-d'oeuvre. des connaissances et de l'expérience de cette dernière, ainsi que de la demande des consommateurs. Il se peut que les constructeurs soient déjà plus avancés que les exigences du code en vigueur sur plusieurs points, par exemple, concernant l'étanchéité à l'air ou l'isolation thermique des murs et des toits. Les constructeurs veulent répondre aux demandes des consommateurs avertis. Le promoteur essaie donc de satisfaire cette demande de la façon la plus économique possible.

Afin de rendre cette étude la plus pratique possible nous avons ajouté cette sous-section qui démontre de façon réaliste que, dans certain cas, la pratique courante est plus avancée que les exigences du RÉÉNB. Pour la pratique courante, nous avons considéré le type de construction défini à l'annexe "I". Afin de pouvoir comparer les exigences de résistance thermique effective entre celles du CNÉH et celles de la pratique courante, nous avons transposé les résistances nominales de la pratique courante en résistance thermique effective (voir annexe "I"). Vous trouverez, aux annexes "J" et "K", les exemples de modifications à apporter à la pratique courante pour rencontrer les exigences du CNÉH.

Le tableau 26 donne l'augmentation du coût des maisons suite à l'adoption du CNÉH, comparativement à des maisons de base construites selon la pratique courante (i.e. RÉÉNB + CNB-90). Le calcul détaillé de ces augmentations du coût peut être consulté aux annexes "L" et "M".

TABLEAU 26: AUGMENTATION DU COÛT DES MAISONS SUITE À L'ADOPTION DU CNÉH VERSUS LA PRATIQUE COURANTE

TYPE DE MAISON	AUGMENTATION DU COÛT (\$)
	RÉGION A
	Montréal
Unifamiliale isolée, 1 étage	3 123
Unifamiliale isolée, 2 étages	3 657
Unifamiliale jumelée, 2 étages	2 864
Unifamiliale en rangée, 2 étages	1 935
Multifamiliale 3 étages, 6 unités	8 540

6. IMPACTS SUR L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION

6.1 RESPONSABILITÉ DE LA CONSTRUCTION RÉSIDENIELLE

Des études réalisées en Ontario et en Alberta concernant l'application du CNÉH mentionnent l'importance de faire respecter cette nouvelle loi. Cette responsabilité revient-elle au gouvernement provincial, aux municipalités, aux professionnels ou aux promoteurs ? À qui incombe cette responsabilité qui implique des coûts importants ?

La responsabilité de l'adoption du CNÉH est sûrement celle de nos gouvernements. Elle doit être fondée sur un choix de société et sur une volonté de fournir des outils nécessaires pour une meilleure qualité de construction. Une qualité supérieure en relation avec les coûts impliqués à court, moyen et long terme est sûrement acceptable pour protéger la santé du public et son investissement dans l'immobilier.

La responsabilité de l'application peut incomber à plusieurs intervenants de la chaîne de la construction. Il faut néanmoins démontrer une volonté réelle et sérieuse de la part des gouvernements afin que les autres intervenants emboîtent le pas dans la même direction. Cette démonstration peut s'exprimer par la mise en place d'un réseau de formation, d'information et d'un système d'inspection respecté.

Les plus grandes réticences à l'adoption du CNÉH ont été démontrées dans les études que nous avons consultées à savoir : les différences régionales dans les habitudes de construction, les attitudes différentes des gouvernements locaux, la responsabilité du respect des codes et la résistance aux changements.

L'information devient donc un outil majeur pour permettre la mise en application de ce nouveau code (CNÉH). À partir d'une bonne information les exigences viendront des consommateurs. Ils seront en mesure d'exiger des promoteurs une performance et une qualité mesurable. Alors il sera plus justifié tant pour les promoteurs que pour tous les intervenants d'appliquer le CNÉH.

6.2 IMPACTS SUR LES BESOINS DE FORMATION ET D'INFORMATION

Il est clair que l'adoption du CNÉH crée un besoin de formation à tous les niveaux de l'industrie de la construction. Cette formation est spécifique à chaque intervenant impliqué dans la construction d'une maison. Une compréhension scientifique des fonctions de l'enveloppe, doit être à la base de la formation de toute personne travaillant dans la conception, l'inspection et la construction d'une résidence. Une connaissance approfondie des exigences particulières du CNÉH est nécessaire pour les intervenants qui appliquent et font le suivi de ce code. C'est seulement ainsi que le CNÉH pourra être appliqué efficacement.

Le CNÉH implique donc un besoin essentiel de formation qui certainement améliorera les connaissances des intervenants et par le fait même la qualité des maisons. Il existe plusieurs moyens de dispenser cette formation. Plusieurs spécialistes, associations et autres organisations sauront développer des cours sur mesure pour chaque catégorie d'intervenants.

Comme toutes les fois où il est question de progrès technologique, il est important que l'information concernant l'amélioration résultant de l'application du CNÉH soit distribuée de façon à toucher le grand public autant que les intervenants de l'industrie. L'information est essentielle pour bien faire comprendre les objectifs de ce code, en démontrer les avantages pour tous et expliquer les changements afin qu'il se fassent d'une façon harmonieuse.

6.3 IDENTIFICATION DES SECTEURS DE LA CONSTRUCTION TOUCHÉS PAR LE CNÉH

6.3.1 INTRODUCTION

Il nous semble important de démontrer la complexité de l'application d'un code compte tenu des multiples facteurs intervenant dans le domaine de l'habitation (région, habitudes culturelles, habitudes techniques, habitudes conceptuelles). Actuellement il y a peu de maisons qui sont inspectées par des autorités compétentes permettant de certifier qu'elles sont construites à tous points de vue conformément au CNB en vigueur (estimé à 20% du bâti). À cause de restrictions budgétaires, d'habitudes sociales, de l'éloignement, des structures gouvernementales ou municipales, de volonté, de climat social, il est souvent difficile de fournir un certificat d'inspection garantissant la conformité au CNB et RÉÉNB. Il n'y a pas actuellement de certificat de conformité au CNB en vigueur émis par la Régie du Bâtiment du Québec et pas davantage par l'Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec (APCHQ). Les inspections qui sont faites par la Régie concernent la sécurité dans les édifices publiques (section 9 du CNB) et aucun certificat n'est émis. Les certificats de garantie émis par l'APCHQ couvrent les vices de construction décelés dans les douze mois et les vices de structure décelés dans les cinq ans suivant la date de la fin des travaux. Le seul qui pourrait fournir cette garantie est le promoteur lui-même, si toutefois il s'assure d'un suivi structuré et rigide de l'avancement des travaux de construction. Ce suivi implique des frais et ceci n'incite pas toujours le promoteur à faire ce suivi régulièrement à toutes les étapes de la construction de chaque maison. Il y a toujours une question de rentabilité et aussi de confiance avec ses collaborateurs.

L'inspecteur reconnu en habitation est celui qui vérifie les systèmes électriques. Au niveau de l'enveloppe du bâtiment et des fonctions de celle-ci, aucun inspecteur n'est prévu pour en faire l'observation. Il arrive occasionnellement que l'inspecteur en électricité doive observer la pose de l'isolant. Avec le CNÉH, il devient nécessaire qu'un inspecteur de l'enveloppe soit formé pour ce travail et qu'il comprenne bien l'importance des diverses fonctions de l'enveloppe.

Le document de référence mentionne (34):

L'implantation du CNÉH sera importante en terme de temps et d'argent pour l'éducation et l'information dans l'industrie de la construction résidentielle.

Les exigences d'un code additionnel impliquent :

- *une augmentation de frais en consultant expert et en coordination*
- *ralentissement du processus d'approbation*
- *ralentissement du processus d'occupation*
- *de nouveaux experts-conseils*

Les acheteurs doivent connaître les avantages et les coûts associés au CNÉH, telle que la valeur ajoutée à leur maison.

Le Code national du bâtiment étant déjà difficile à respecter, l'application du CNÉH augmentera la charge de responsabilités. Il est important de prendre conscience de ce constat. Ceci nous amène à repenser notre structure d'application des codes au Québec. Quelles que soient les mesures adoptées par le gouvernement, si elles ne peuvent être mises application convenablement, nous pourrions alors parler d'une perte d'énergie. Nous verrons en traitant de la formation, la nécessité d'accroître la connaissance des personnes impliquées en construction

dans les secteurs suivants: Gouvernement du Québec, MRC, villes, prêteurs, organismes d'inspection, concepteurs, entrepreneurs généraux et promoteurs, sous-contracteurs, calorifugeurs, installateurs de fenêtres, menuisiers, électriciens, ferblantiers, plombiers, installateurs de revêtement extérieur, constructeurs de maisons en usine, vendeurs immobiliers, manufacturiers, avocats, experts-conseils, laboratoires d'essais et le public.

6.3.2 GOVERNEMENT DU QUÉBEC

Après l'adoption du CNÉH, l'État devra faire respecter ce code de façon efficace. Trop souvent, l'inspection dans le domaine de la construction résidentielle est laissée actuellement à la bonne foi des développeurs. Pourquoi?

La Régie du bâtiment ne possède pas suffisamment de ressources pour réaliser une inspection de chaque résidence bâtie au Québec. De plus, la Régie a délégué à quelques municipalités la responsabilité d'inspecter les résidences construites sur leur territoire. La question de responsabilité revient toujours. Le consommateur actionnera-t-il la municipalité, le gouvernement, son prêteur ou le promoteur ? Face à cette polémique, il n'est pas étonnant que peu de municipalités aient accepté de se prévaloir de ce droit d'inspection et du surcroît de travail qu'il exige. Le gouvernement se retrouve donc avec la charge d'inspecter ces constructions sans en avoir les moyens. En général l'inspecteur en électricité est le seul garant de la qualité de la construction de la maison. Il devient urgent de créer une structure d'inspection pouvant assurer le respect des codes pour la protection du public.

Information

Le gouvernement doit avoir une très bonne compréhension du sens et des objectifs du CNÉH. Cette connaissance est primordiale pour l'adoption et la mise en application du code. Il est important que le législateur conçoive bien les avantages et les inconvénients de l'adoption de ce code. Il a aussi la responsabilité de diffuser les avantages de cette adoption. Son travail d'information doit se faire tant au niveau du public qu'au niveau des associations de la construction.

Formation

La formation des inspecteurs est certainement à revoir, mais avant tout il est obligatoire de définir le rôle exact que le gouvernement a l'intention de tenir dans ce processus de changement. Il sera ensuite possible d'envisager un mode de formation pour l'équipe qui sera créée. Le gouvernement peut-il jouer un rôle de soutien technique aux différents inspecteurs, devra-t-il fournir des inspecteurs sur le terrain ? Il faut qu'un organisme chapeaute la mise en application du CNÉH et donne les appuis techniques aux utilisateurs.

Certaines informations et commentaires qui touchent la responsabilité du gouvernement ont été recueillis dans d'autres provinces :

Le document de référence mentionne (34):

Les législateurs occupent l'unique position clé pour interpréter et mettre en application le CNÉH. Ils remplissent trois rôles principaux:

- 1- Ils révisent les plans et devis, là où les mots du code sont appliqués sur les dessins.
- 2- Sur le chantier ils font une vérification de l'application du code à partir des plans et devis déjà révisés
- 3- Les législateurs fournissent le support aux différents groupes de la construction en contribuant à la compréhension du code et à son application.

Les villes en général ne comprennent pas l'implication en termes de temps et de personnel pour administrer ou appliquer le CNÉH, et pour saisir l'implication de responsabilités supplémentaires que celui-ci leur impose. Il est entendu que la consistance de l'interprétation est un problème connu pour le Code national du bâtiment et que l'introduction du CNÉH est une occasion de s'attaquer à ce problème.

Qui développera le document des standards pour l'application de la méthode de performance et de la solution de remplacement.

Un logiciel pour la méthode de performance sera nécessaire.

Des brochures visant les propriétaires de maisons, les concepteurs, les constructeurs et les inspecteurs etc. ceci sera une façon de conscientiser ces groupes sur les implications du CNÉH.

Plusieurs plaintes concernant les exigences en ventilation du CNÉH sont dues aux manques de compréhension des principes et du fonctionnement des systèmes par les occupants.

6.3.3 MRC

Si le développement résidentiel est moins agressif, il serait intéressant d'instaurer un service d'inspection géré par les municipalités régionales de comtés (MRC). Ce serait sûrement une bonne façon de diminuer les coûts de ce service et de s'assurer d'une réelle qualité de construction. Si la construction résidentielle connaissait une poussée importante, on pourrait alors regrouper les ressources pour desservir plusieurs localités.

Information

Par le biais des MRC, il sera possible de préparer une campagne pour sensibiliser la population à l'adoption du CNÉH. Il est important qu'au départ les intervenants municipaux soient d'abord bien informés des changements qu'impliquent le CNÉH.

Formation

Le document de référence mentionne (34):

La demande de formation augmentera parce que les municipalités reconnaissent le besoin d'une plus grande connaissance pour émettre les permis dans leur système régulier.

Il est aussi possible de créer des cours de formation spécifique aux différentes MRC en tenant compte de leurs besoins.

6.3.4 VILLES

Grandes villes

Il est facile de comprendre que pour des grandes villes qui ont déjà une structure d'inspection par disciplines séparées (architecture, mécanique, électricité, structure, civil, environnement) ou même regroupées, que celles-ci peuvent intégrer aisément l'inspection des maisons en appliquant le CNÉH. Il ne faut toutefois pas oublier que ceci sous-entend des frais supplémentaires et un surcroît de travail.

Villes moyennes et petites

Ce type de ville possède une structure d'inspection générale et peut embaucher des inspecteurs sur une base temporaire pour répondre au besoin d'expansion durant une saison ou deux. Dans certains cas, l'expansion peut devenir importante et constante, malgré la situation économique de la région ou de la province. Le service peut alors prendre plus d'importance et progresser au rythme du développement résidentiel.

Villes de régions

Les petites villes en régions n'ont pas toujours les ressources pour maintenir un service d'inspection. Il est donc plus difficile pour elles d'assurer un contrôle de la qualité des constructions résidentielles.

Information

La responsabilité de diffuser l'information concernant l'adoption du CNÉH à leurs citoyens revient aussi aux municipalités. Il ne devrait pas être trop compliqué de sensibiliser les citoyens aux objectifs de ce code pour qu'ils en saisissent la nécessité.

Formation

Les plus touchés seront certainement les inspecteurs et les responsables de l'émission des permis de construction qui devront approuver les plans et devis. Leur formation devra être plus rigoureuse et plus approfondie car ils seront désormais à la tête du réseau avec les concepteurs.

6.3.5 LE PRÊTEUR

Les prêteurs hypothécaires sont certainement ceux qui font effectuer le plus grand nombre d'inspections de résidences. C'est bien normal puisque ce sont eux qui financent des maisons durant plusieurs années. Le prêteur prend un risque et veut s'assurer qu'il investit dans une valeur durable et de bonne qualité.

L'adoption du CNÉH avantagera le prêteur puisqu'il pourra compter sur une réglementation qui lui garantit une maison de meilleure qualité.

Information

Le prêteur aura une influence sur le consommateur. Il est une source importante d'information et verra à ce que l'acheteur bénéficie des avantages du CNÉH. S'il y a eu des lacunes aux étapes précédentes de la transaction entre le consommateur et le vendeur, le prêteur pourra exiger les certificats d'inspection nécessaires avant de consentir le prêt. Il est donc un informateur privilégié car il fait affaire directement avec la personne impliquée dans l'acquisition d'une maison neuve.

Formation

Le prêteur devra former ses inspecteurs et s'assurer qu'ils connaissent bien le CNÉH. Il peut aussi se créer un réseau de professionnels compétents pour faire inspecter les résidences qu'il doit financer temporairement pour le promoteur.

6.3.6 ORGANISMES D'INSPECTION

Il existe actuellement des services d'inspection au niveau municipal et provincial. Ces services ne peuvent pas être très performants compte tenu du peu de ressources disponibles pour réaliser les inspections de toutes les résidences qui se construisent au Québec. De plus, pour faire respecter le CNÉH les inspecteurs devront être bien formés afin de comprendre toutes les fonctions de l'enveloppe du bâtiment et du système de ventilation, la principale nouveauté de la réglementation. Si nous voulons accepter ce code, il faut plus d'inspecteurs bien formés afin de pouvoir le faire respecter.

On comprend facilement que l'enveloppe doit être efficace pour permettre une bonne performance des différents systèmes d'énergie (chauffage, ventilation). Il est illusoire de vouloir obtenir une bonne performance d'un système de ventilation et de chauffage et une économie d'énergie, si ceux-ci sont installés dans une « passoire ». En résumé, le volume d'air qui traverse l'enveloppe est plus grand que l'apport d'air échangé entre l'intérieur et l'extérieur par le système de ventilation. Les inspecteurs devront donc veiller à une application stricte du code.

Information

Ces inspecteurs doivent connaître leurs responsabilités et celles de leur employeur. Ils doivent comprendre toutes les implications du CNÉH et de ses méthodes d'application.

Formation

Le document de référence mentionne (34):

*Il n'y a pas de pré-requis précis pour un inspecteur de résidence privée.
Alors plusieurs auront une expérience technique obtenue sur les chantiers
ou d'une autre forme d'expérience dans le marché.*

Plusieurs inspecteurs font ce travail depuis plusieurs années et n'ont pas suivi de formation supplémentaire. Il est important que les inspecteurs suivent une formation complète tant pour la

compréhension des diverses fonctions de l'enveloppe de bâtiment et des systèmes mécaniques que pour l'application des méthodes exigées par le CNÉH.

6.3.7 CONCEPTEURS

Les technologues, architectes et dessinateurs devront connaître les nouvelles exigences du CNÉH. Cette connaissance leur permettra d'utiliser la méthode de leur choix (prescriptive, remplacement ou performance) afin de réaliser au meilleur coût la résidence projetée. Ces connaissances sont principalement celles des fonctions fondamentales de l'enveloppe (étanchéité à l'air, étanchéité à la vapeur d'eau, structure, isolation thermique, protection contre les éléments extérieurs, protection contre les éléments intérieurs, etc.) et des systèmes de mécanique. Dès qu'ils maîtriseront les nouvelles normes ils pourront faire des choix judicieux pour obtenir les performances exigées dans le CNÉH.

Le document de référence mentionne (34):

Ce sont toutes les personnes qui font la conception de maisons. Un des trois groupes qui doit connaître le CNÉH.

Le CNB ne requiert pas l'utilisation de professionnel enregistré.

La majorité des documents sont réalisés par des individus qui ne sont pas architectes, ingénieurs ou technologues et ne sont pas représentés par une association.

Ces gens sont au début de la chaîne de réalisation d'une maison. Alors si l'information est manquante à ce niveau, il est certain qu'il sera difficile d'appliquer les normes du CNÉH.

Aucune association n'oblige une mise à jour des connaissances de leur membres. Ceci se fait sur une base volontaire. L'assistance aux cours concernant le code est plus importante lorsqu'il y a une nouvelle mise à jour de celui-ci.

Aucun pré-requis n'est exigé pour concevoir une maison, tout le monde peut devenir concepteur de maison.

Information

Le concepteur devra comprendre les règles et les objectifs du CNÉH autant que l'inspecteur. Il doit s'efforcer d'obtenir toute l'information disponible. Il sera le premier à les appliquer dans ses documents. Il doit donc connaître les responsabilités qui le concerne particulièrement. Il devra aussi informer son client des exigences du CNÉH et de ses avantages.

Le concepteur doit aussi être conscient de l'importance des fonctions de l'enveloppe en regard des systèmes mécaniques.

Formation

Il doit être conscient des conséquences que ce code lui exigera dans son travail. Il devra parfaire ses connaissances scientifiques pour pouvoir fournir des documents adéquats à ses clients. Il devra suivre une formation complète et adéquate afin de pouvoir réaliser des documents complets et judicieux.

Le document de référence mentionne (34):

On a pu constater que la majorité des concepteurs suivent des cours de formation uniquement quand ils y sont forcés.

Des séminaires en petits groupes comprenant concepteurs, inspecteurs, et entrepreneurs (15 à 25 personnes) sont suggérés de façon à ce que les mêmes informations soient transmises aux différents groupes.

La présentation devrait être faite selon les méthodes de construction locales. Elle devrait être donnée par une personne qui a une bonne connaissance de la matière et qui est en même temps un bon coordonnateur avec des qualités de communicateur. Cette personne devrait avoir les connaissances nécessaires en science du bâtiment et en construction résidentielle, idéalement elle devrait avoir construit de ses propres mains.

6.3.8 ENTREPRENEURS GÉNÉRAUX ET PROMOTEURS

Leur responsabilité est bien claire, ils ont le devoir de se conformer aux codes en vigueur. L'adoption du CNÉH les forcera à modifier leurs méthodes de construction et même leurs façons de penser. Ils auront le choix d'utiliser une des méthodes d'application du CNÉH (prescriptive, remplacement ou de performance). Il y aura aussi un coût de construction supplémentaire qui devrait être justifié par l'économie d'énergie, un meilleur niveau de confort pour les occupants et une meilleure qualité d'enveloppe permettant une plus grande longévité du bâtiment. Le consommateur devrait y trouver satisfaction même s'il paiera un peu plus cher à l'achat de sa maison.

La mise en application du CNÉH sera aussi du ressort d'inspecteurs formés et regroupés ou accrédités par diverses associations ou organismes gouvernementaux.

Information

Entrepreneurs et promoteurs devront saisir aussi bien que les autres intervenants les objectifs du CNÉH et obtenir toute l'information nécessaire pour en appliquer les normes. Il suffira de leur faire valoir les avantages du CNÉH et de leur démontrer la rentabilité à court et moyen terme de l'application du CNÉH. Cette rentabilité devrait devenir un outil de promotion leur permettant de mieux vendre leurs maisons.

Formation

Un langage et une forme appropriée devraient être utilisés pour la formation des promoteurs et entrepreneurs. Cette formation est essentielle afin de s'assurer une collaboration étroite avec les autres intervenants. Ce sont eux les gestionnaires principaux du chantier de construction, il est donc crucial d'obtenir leur collaboration. Il suffit de leur démontrer la pertinence du CNÉH. Cette pertinence se démontre par l'économie d'énergie et une qualité de construction supérieure à un prix qui s'amortira sur une courte période de temps. Le confort peut aussi être un excellent argument de vente.

Le document de référence mentionne (34):

Un des trois groupes qui doit très bien connaître le concept du CNÉH et son application.

La meilleure façon de former les entrepreneurs est un séminaire d'une journée sur la compréhension générale du CNÉH avec les concepteurs et les inspecteurs.

Pour préparer l'industrie à l'implantation du code, il faut que soit déterminée une date précise de sa mise en application par une autorité. Le CNÉH doit être clairement documenté par des dessins et des données précises. Sa mise en application doit être rigoureusement surveillée sur les chantiers.

6.3.9 SOUS-CONTRACTEURS

Il y a presque toujours des sous-contracteurs impliqués dans la réalisation d'une maison. Le code est souvent une chose prise pour acquise dans l'apprentissage du métier ou dans l'exécution du travail des sous-contracteurs. Toute modification du code peut leur sembler difficile ou longue à assimiler. Ces personnes ne sont pas portées à suivre des cours théoriques ou à assister à des colloques d'information. Ils se perçoivent trop souvent comme de simples exécutants dans la réalisation d'un projet. Ils peuvent être difficiles à atteindre avec une information écrite.

Information

Ceux-ci n'étant pas enclins à suivre des cours de formation, il est important de s'assurer que l'information technique les rejoigne d'une façon ou d'une autre. Ils doivent être informés de leur responsabilité et de la compréhension scientifique du travail qu'ils accomplissent, afin de pouvoir bien réagir face aux difficultés techniques et ainsi éviter de malencontreux problèmes au consommateur. Ils peuvent être informés à plusieurs niveaux d'intervention de leur travail, par exemple : l'entrepreneur, le département des permis, le distributeur de matériaux, l'inspecteur, leurs associations.

Formation

Leur formation devrait être pratique et être dispensée par courtes sessions. Cette formation devrait être donnée par une personne en qui ils ont confiance, et non pas un théoricien dont ils se méfieront. L'approche pratique sur le terrain serait à souhaiter.

6.3.10 CALORIFUGEURS

Pour permettre à ce technicien de rencontrer les exigences de résistance thermique effective demandées dans le CNÉH, il doit connaître les facteurs d'isolation thermique de plusieurs types d'isolant. De plus, il serait important qu'il connaisse la fonction du matériel qu'il installe dans l'enveloppe du bâtiment. La connaissance des propriétés des différents isolants et de leur comportement dans différentes situations lui permettra de choisir le meilleur isolant pour réaliser une fonction précise dans un environnement donné.

Un point est très important : il devra s'adapter aux nouveaux matériaux et nouvelles méthodes de pose pour obtenir une meilleure performance. Il est aussi indispensable qu'il connaisse les caractéristiques des autres matériaux sur lesquels il doit travailler et ainsi avoir une meilleure vue globale de la construction.

Information

L'isolant est un matériau très important dans la performance énergétique et il peut être inefficace s'il est mal posé et au mauvais endroit. Le poseur doit bien connaître les fonctions de l'enveloppe et ses propres responsabilités. Connaître les performances des isolants disponibles ainsi que leurs limites est primordial pour le calorifugeur.

Formation

La formation devrait être plus approfondie si le calorifugeur doit connaître tous les types d'isolants. Il est donc primordial qu'il connaisse les fonctions de l'enveloppe pour choisir l'isolant approprié. Cette formation peut très bien être donnée par son association ou par les manufacturiers d'isolants. Après avoir reçu une formation générale sur les fonctions, il pourra parfaire ses connaissances des différents matériaux disponibles. Tous les manufacturiers d'isolant sont prêts à donner la formation nécessaire sur la composition et la performance de leur produit. La formation devrait aussi inclure la mise en fonction de ces isolants et leur comportement dans différentes situations, afin d'éviter des problèmes de détérioration.

Les documents de références mentionnent (34):

Il n'y a pas de cours de formation spécifique ou de certification requise pour ce groupe et conséquemment pas d'association qui les regroupe. Ces travailleurs doivent comprendre l'importance de leur travail ainsi que les propriétés des matériaux qu'ils utilisent. Ces connaissances sont fondamentales afin de bien utiliser les différents isolants au bon endroit dans l'enveloppe. L'isolant est une des clés de la performance thermique de l'enveloppe.

Ces contracteurs sont souvent appelés à réaliser l'étanchéité à l'air de l'enveloppe, ils doivent alors connaître très bien ce phénomène scientifique.

Il n'existe pas de standards pour réaliser les détails d'étanchéité à l'air dans l'industrie. Quand ils sont nécessaires, des essais d'étanchéité à l'air sont réalisés à la fin de la construction et il est alors difficile de faire les correctifs nécessaires.

L'intégrité du travail du poseur d'isolant dépend aussi de l'attention des autres ouvriers spécialisés incluant les poseurs de gypse, les électriciens, les plombiers etc.

Les différents isolants, leur emplacement, leur valeur thermique et les détails dans des conditions spéciales, devraient être clairement indiqués sur les plans déposés pour une demande de permis.

6.3.11 INSTALLATEURS DE FENÊTRES

La partie la plus faible de l'enveloppe est souvent le lien entre la fenêtre et le mur. Ce phénomène des pressions dues au vent et au système de ventilation sur l'enveloppe est peu connue par ces travailleurs. La façon de fixer convenablement les fenêtres au mur en tenant compte des différentes contraintes des murs déjà construits est relativement peu connue aussi. Dans ce domaine, il y a beaucoup à faire à l'aide d'essais.

Information

Les poseurs doivent être informés par les manufacturiers de fenêtres des contraintes maximum que leurs fenêtres peuvent supporter. Ils pourront alors réaliser un lien efficace et durable.

Formation

Une formation adéquate devrait leur être donnée par l'association des manufacturiers de fenêtres, afin de les accréditer officiellement. Les manufacturiers devraient développer avec des spécialistes en construction des liens efficaces, économiques et durables.

6.3.12 MENUISIERS

Les menuisiers de structure connaissent bien leur travail. Par contre, plusieurs comprennent encore mal la fonction de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe qu'ils sont appelés à réaliser. Cette fonction est cruciale et très précise. Sa réalisation exige un haut niveau de compétence.

Le choix des matériaux utilisés pour réaliser cette fonction est très complexe. Il est donc important que le menuisier connaisse bien cette fonction ou qu'il soit bien supervisé dans la réalisation du travail. Pour lui, la connaissance de toutes les fonctions de l'enveloppe est primordiale car il est celui qui exécute la plus importante partie du bâtiment.

L'ajout de ventilation mécanique dans chaque pièce oblige une nouvelle coordination des travaux. Si des conduits de ventilation doivent circuler dans les plafonds, les murs et les planchers, il est important de bien coordonner les travaux. Ceci exige du menuisier un travail de préparation supplémentaire et une certaine connaissance du travail mécanique, en ferblanterie, par exemple.

Information

L'information devrait lui venir du contracteur général ou de l'association de la construction puisque plusieurs menuisiers travaillent à leur propre compte. Les centres de distribution de matériaux peuvent être une source importante de contact avec eux.

Formation

Ils devraient parfaire leurs connaissances scientifiques au niveau des fonctions de l'enveloppe et plus particulièrement, leur connaissance concernant l'étanchéité à l'air, compte tenu de l'importance de cette fonction. Cette formation doit se faire de façon théorique et pratique afin

qu'ils saisissent bien la raison d'être et les conséquences d'un travail mal fait. On pourrait aussi leur démontrer l'importance d'un essai d'étanchéité à l'air pour qu'ils réalisent que la performance de l'enveloppe est reliée à la qualité de leur travail.

6.3.13 ÉLECTRICIENS

Dès qu'il perfore une partie de l'enveloppe du bâtiment l'électricien doit connaître les conséquences de son geste. Il doit donc comprendre les diverses fonctions de l'enveloppe du bâtiment afin de ne pas l'endommager. Le CNÉH exigera un rendement accru donc une plus grande attention des électriciens.

Il devra revoir ses standards et s'ajuster avec les nouvelles demandes du CNÉH en ce qui a trait à l'éclairage, à l'alimentation des autres systèmes et du chauffage électrique.

Information

Les documents de références mentionnent (34):

Parce que l'impact de l'électricité est faible , sauf en ce qui a trait au chauffage électrique, une documentation bien illustrée serait suffisante pour l'utilisation dans les classes et sur les chantiers. Une distribution via les associations, les manufacturiers et les distributeurs devrait rejoindre l'ensemble des électriciens.

Une information générale des objectifs du CNÉH devrait leur être transmise. Ils doivent avoir à leur disposition une information technique concernant l'enveloppe du bâtiment et de son importance lorsqu'ils ont à la percer.

Formation

Les exigences du CNÉH étant mineures, elles peuvent être intégrées à la formation régulière. Un séminaire de trois demi-journées peut être donné afin de permettre aux électriciens de se mettre à jour sur les exigences du CNÉH.

Le document de référence mentionne (34):

Formation

C'est l'occasion d'introduire un programme de certification pour un électricien en CVC et ce programme pourrait être accepté par le CNÉH.

Leurs connaissances du Code national du bâtiment sont faibles, mais ils connaissent bien le code de l'électricité.

Commentaires

Les exigences du CNÉH sont mineures, elles pourraient donc être intégrées rapidement dans un séminaire d'une journée. Les points du

CNÉH qui affectent les électriciens sont: la densité du pouvoir d'éclairage (mineur), un interrupteur pour les prises extérieurs (mineur), un compteur, la préservation d'un pare-air et d'un pare-vapeur et possiblement le système de chauffage électrique.

6.3.14 FERBLANTIERS

L'ajout obligatoire d'un récupérateur de chaleur demandé dans le CNÉH (à l'article 5.3.1.1.) est un point important qui est revenu souvent au cours des discussions. Cela se comprend puisque cette nouvelle exigence apportera beaucoup d'eau au moulin pour les installateurs de ces systèmes. Eux aussi doivent savoir que les fonctions de l'enveloppe sont importantes. Ils devraient connaître la fonction de chaque matériau de l'enveloppe qu'ils perforent pour une prise ou un évacuateur d'air. Cette connaissance est importante pour assurer le respect de ces fonctions et ainsi éviter des détériorations prématurées.

Par ailleurs, le fonctionnement du système de ventilation, surtout son équilibrage, est mal connu des travailleurs. Comment le nouveau propriétaire utilisera-t-il son système si on ne lui a pas montré comment il fonctionne ?

Information

Les travailleurs de cette industrie doivent bien comprendre le fonctionnement de leurs systèmes et les fonctions de l'enveloppe dans laquelle ils ont à installer leurs systèmes pour bien les équilibrer.

Le client est le premier intéressé à ce que le système de ventilation fonctionne adéquatement. L'entrepreneur est responsable de lui en expliquer le fonctionnement et les caractéristiques.

Formation

Les installateurs doivent bien comprendre les fonctions de l'enveloppe et les données d'équilibrage des débits d'air. Les nouveaux propriétaires doivent être formés pour faire fonctionner leur système de ventilation de façon efficace.

Le document de référence mentionne (34):

La compétence dans ce secteur varie largement. Les plombiers deviennent de plus en plus impliqués dans les systèmes de chauffage, mais leur formation n'inclut pas les connaissances en design de systèmes de chauffage et de ventilation.

Il n'existe pas de certification de compétence ou de qualité parce qu'il n'y a pas de licence requise pour les entrepreneurs ou installateurs de «VRC».

Il n'y a pas habituellement de coordination entre le concept et l'installation du système de chauffage, de climatisation et de ventilation

par le manufacturier ou par le service des immeubles. On note donc beaucoup de plaintes concernant les courants d'air et les coûts d'énergie exorbitants, ou encore une mauvaise qualité d'air et les refoulements d'air du foyer ou des systèmes au gaz.

6.3.15 PLOMBIERS

Les plombiers devront eux aussi se familiariser avec les nouvelles normes, surtout en ce qui a trait à l'installation des appareils mécaniques. Ils devront approfondir leurs connaissances des diverses fonctions de l'enveloppe, pour pouvoir comprendre l'impact de leur travail lorsqu'ils auront à la perforer.

La norme de la pente des tuyaux des toilettes à bas niveau passe de 1% (1/8" au pied) à 2% (1/4" au pied).

Information

Les plombiers pourront obtenir l'information nécessaire auprès de leur association ou du distributeur de matériaux.

Formation

Une formation intégrée à la formation continue peut être offerte au niveau de l'enveloppe du bâtiment.

6.3.16 INSTALLATEURS DE REVÊTEMENT EXTÉRIEUR

Ceux-ci doivent installer un système ou un matériau sur le corps de l'enveloppe qui est déjà érigée. Il est important que ces travailleurs connaissent bien les fonctions de l'enveloppe (isolation thermique, pare-air, pare-vapeur, structure, etc.) pour y greffer leur matériaux sans l'endommager.

Les documents de références mentionnent (34):

Certains systèmes de revêtement extérieur contribuent à l'étanchéité à l'air et à l'isolation. Dans ce cas les installateurs ont besoin de comprendre les phénomènes de l'étanchéité à l'air.

Information

Le rôle des systèmes de revêtement doit être connu des travailleurs. Ces informations peuvent leur être transmises par leurs associations et par les manufacturiers des produits. Les acheteurs de maisons devraient connaître la composition de l'enveloppe de leur maison et de façon générale ses différentes fonctions. Cette information pourra provenir de la publicité, du promoteur, de l'inspecteur ou des services qui émettent les certificats de conformité.

Formation

La formation des travailleurs est essentielle pour que l'enveloppe conserve son efficacité maximale, par exemple s'il est question de la continuité de l'étanchéité à l'air. En général lorsque le travailleur connaît les exigences de son travail, il se fait une fierté de s'y conformer. Les ouvriers qui installent des systèmes plus complexes à fonctions multiples devraient recevoir une formation pratique. L'ouvrier au courant des normes avant de poser ses matériaux n'endommagera pas l'enveloppe, la protégera d'une détérioration prématurée et lui conservera toute son efficacité.

6.3.17 CONSTRUCTEURS DE MAISONS EN USINE

Pour ce secteur de l'industrie de la construction, le contrôle de la qualité est plus simple et l'adoption du CNÉH touchera surtout la hauteur des toits pour le transport. Parmi les autres impacts relatifs à la ventilation et à l'isolation des murs, cette industrie est probablement celle qui est la plus apte à s'ajuster rapidement aux modifications.

Information

De façon générale elle prendra son information à la source et distribuera celle-ci par le biais de son association.

Formation

Elle peut contrôler la formation de son personnel de façon efficace car le chantier est souvent à proximité du centre administratif de l'entreprise. Une formation générale peut être entreprise et une formation personnalisée peut se donner par le biais de spécialistes accrédités ou d'associations.

6.3.18 VENDEURS IMMOBILIERS

Les exigences et les avantages du CNÉH donneront encore plus confiance à l'acheteur. Il nous semble primordial que le vendeur immobilier qui est en contact direct avec le client reçoive une formation obligatoire au sein même de son association.

Information

Les agences sauront fournir à leurs associés toute l'information nécessaire afin de conserver leur crédibilité.

Formation

La formation sera dispensée par leur association ou un autre organisme qui offre déjà des cours de formation.

Les documents de références mentionnent (34):

Les vendeurs devraient suivre une formation pour bien comprendre les principes de base du CNÉH. Par la suite ils seront en mesure de bien faire comprendre les avantages aux futurs acheteurs.

6.3.19 MANUFACTURIERS

Dès qu'une nouvelle norme est requise, les manufacturiers savent se conformer rapidement pour produire des systèmes répondant aux nouvelles exigences. Donc, si le CNÉH exige de nouvelles performances ou de nouveaux systèmes (ventilation, thermopompe, etc.), les manufacturiers devraient vite se plier aux nouvelles exigences pour fournir des appareils ou systèmes qui rencontrent plus précisément ces demandes.

Information

Étant souvent à la source des modifications des codes, les manufacturiers obtiennent rapidement toutes les informations. Ils sont souvent à la base des modifications et même à l'avant-garde de celles-ci.

Formation

Pouvant compter sur des spécialistes accrédités et sur leurs associations, les manufacturiers réussissent à former leur personnel afin de produire des systèmes et des produits de qualité. Ils comprennent facilement et rapidement les buts des changements apportés.

Le document de référence mentionne (34):

Les manufacturiers doivent suivre une formation afin de comprendre les intentions du CNÉH et comment leurs produits affecteront leurs clients dans la possibilité de se conformer aux exigences du code.

Des bulletins d'information des associations de manufacturiers leur permettront de comprendre les exigences du CNÉH.

6.3.20 AVOCATS

Les avocats auront à plaider des recours et à se référer au CNÉH et feront sûrement appel à des spécialistes en la matière. Ils auront aussi à évaluer les responsabilités des demandeurs et défendeurs. Ils devront alors comprendre les fonctions de l'enveloppe du bâtiment pour bien cerner le litige et choisir un expert compétent.

Information

L'information leur sera transmise par leur corporation et ils pourront ensuite la communiquer adéquatement à leurs clients.

Formation

Les spécialistes des réclamations dans le domaine résidentiel devraient suivre des cours de formation donnés par les meilleurs experts tels les concepteurs ou les inspecteurs.

6.3.21 NOTAIRES

Les notaires feront le lien entre le consommateur et l'entrepreneur. Selon la loi, le notaire doit rassembler tous les documents officiels inhérents à une résidence lors de la vente de celle-ci.

Information

Il devient un agent d'information de premier plan pour le consommateur. Le notaire recevra son information de sa corporation professionnelle.

Formation

Il pourra suivre les cours offerts par sa corporation ou par l'association des constructeurs.

6.3.22 EXPERTS-CONSEILS

Ces spécialistes seront appelés à faire des expertises pour découvrir les causes des problèmes. Ils devront être constamment au fait des développements technologiques et scientifiques afin de bien comprendre toutes les implications du CNÉH. Pour confirmer leur compétence professionnelle (architecte, ingénieur, technologue) une accréditation spéciale devrait être exigée par les autorités.

Information

Ces professionnels obtiendront l'information de leurs corporations respectives ou du CNRC.

Formation

Ils pourront acquérir la formation nécessaire en suivant des cours, en assistant à des séminaires ou encore en lisant des rapports de recherches sur les différents sujets. Les professionnels de la construction savent très bien allier la théorie à la pratique et vice versa.

6.3.23 LABORATOIRES D'ESSAIS

Les essais d'étanchéité à l'air de l'enveloppe seront de plus en plus en demande. Des méthodes efficaces et économiques devront être développées pour répondre à cette demande. Ces essais peuvent devenir un des éléments de certification des résultats obtenus pour se conformer au CNÉH. Si tel est le cas il y aura une recrudescence de petits laboratoires qui devront auparavant être accrédités par un organisme compétent en la matière.

Les essais de produits (fenêtres, matériaux, portes, systèmes complets de construction, etc.) seront de plus en plus en demande compte tenu que l'on pourra demander un essai in situ.

Information

Les laboratoires recevront l'information de leur association ou du CNRC. Comme ils transmettront cette information à leurs clients, il est important pour eux de bien comprendre les exigences technologiques du CNÉH.

Formation

Il est essentiel que les gens impliqués dans ce domaine s'adaptent aux changements technologiques. Ils sont en quelque sorte des collaborateurs actifs dans la recherche appliquée. Ils pourront parfaire leur formation par de la recherche, des lectures et la participation à des séminaires.

6.3.24 LE PUBLIC

Peut-on parler de conflit dans ce domaine où l'entrepreneur est souvent à la fois inspecteur et promoteur. Où est la vraie protection du public ? Quel sont ses recours quand la protection contre les vices cachés lui est fournie par celui qui a construit sa maison ? Les avocats sont probablement mieux placés pour débattre de cette réalité.

Ne vaudrait-il pas mieux qu'un intermédiaire, un inspecteur indépendant, certifie la qualité du travail ? Encore aujourd'hui combien de fois voit-on des maisons construites avec des vices cachés tels que : absence d'un drain pluvial autour des fondations, manque d'isolant dans certaines parties des murs, etc. La réponse est simple, nous ne disposons pas d'inspecteurs en nombre suffisant et suffisamment compétents.

Tout porte à croire qu'il faut se pencher sur une nouvelle façon d'assurer le respect du code pour le bénéfice des consommateurs. Actuellement, la garantie de qualité est contrôlée en majeure partie par le promoteur lui-même. Une tierce personne qui prendrait les intérêts de son client, l'acheteur et non de ceux du promoteur, pourrait être une solution constructive. Le consommateur n'aurait plus qu'à se soucier de la qualité de son investissement, même si le coût de la construction sera légèrement plus élevé.

Information

Tel que mentionné à plusieurs reprises dans ce chapitre, le public peut obtenir de l'information du vendeur, du promoteur, de son notaire, du prêteur, des associations de construction, des gouvernements et des municipalités.

Le propriétaire de la maison doit lui aussi être conscient de l'importance des fonctions de l'enveloppe. S'il a à effectuer des transformations, il pourra alors mieux comprendre le lien entre les fonctions existantes.

Formation

Cette formation générale lui sera offerte aux différentes étapes du processus d'acquisition d'une maison neuve. Il devrait aussi y avoir une formation possible via les médias électroniques et écrits.

6.4 OUTILS DE FORMATION ET D'INFORMATION

Il existe déjà plusieurs outils au sein de nos institutions scolaires et de nos associations de construction permettant de palier aux besoins de formation et d'information. Il faut avant tout savoir à qui s'adresse cette formation et cette information. Afin de viser une efficacité maximum il est important de prévoir des cours de formation adaptés à chaque secteur d'activité de la construction. Ces différences peuvent passer du cours théorique à une réunion sur un chantier de construction. Plusieurs façons sont possibles en voici quelques-unes:

6.4.1 FACE À FACE

Cours dans un programme scolaire

- Cours universitaires avec des crédits reconnus (architecture, génie, etc.).
- Cours de cégep en technique.
- Cours professionnels dans les instituts spécialisés.

Cette approche plus magistrale qui est déjà en application à plusieurs niveaux a une efficacité reconnue pour certains intervenants qui feront partie de l'industrie de la construction. Plusieurs types de cours sont déjà disponibles à l'intérieur de nos institutions scolaires. Les institutions devront les ajuster en tenant compte des exigences du CNÉH. Ces institutions touchent en général les futurs travailleurs de la construction et ceux qui y retournent pour se perfectionner.

Séminaires, ateliers et conférences

Événements regroupant une clientèle cible, durant un laps de temps pouvant varier de 1 heure à 10 heures sont très efficaces. Le communicateur est le meilleur gage de son succès. Pour les gens déjà impliqués dans la construction, il y a déjà un réseau de cours de formation offert par plusieurs associations.

Visite d'études

Visites de chantiers avec un application du code sur place.

Passionnant pour tous les intervenants car ceci relie la théorie et la pratique. Cette méthode remporte beaucoup de succès.

6.4.2 COURS PAR CORRESPONDANCE

Voilà une méthode qui permet à ceux qui ne sont pas toujours libres pour assister à des cours en institution d'acquérir les connaissances nécessaires dans leur domaine. Plusieurs établissements dispensent ces cours par correspondance. Les concepteurs de cours doivent être au courant des besoins dans le milieu de la construction. Voici certaines voies prometteuses de communication:

Internet

Cours du CNÉH sur une page web.

Téléconférences

Ligne sans frais à l'ordinateur.

Vidéo conférence

Ateliers et conférences sur vidéo.

Programmes télédiffusés

Programme spécial sur des sujets spécifiques directement sur le câble TV

Documentation

Programmes diffusés par la poste avec une série de tests périodiques.

6.4.3 ÉDUCATION DE MASSE

Cette approche est celle qui touche le grand public. Elle aura un impact direct sur les constructeurs car le public exigera la qualité définie et décrite publiquement.

Bulletin commercial

Production de publications régulières des associations.

Bulletin d'information

Un bulletin sur un thème particulier du code.

Journaux et revues spécialisés

Une série d'articles visant une clientèle cible et portant sur les exigences du CNÉH.

Programme télédiffusé

Émission spéciale sur des sujets spécifiques directement sur le câble ou sur une chaîne nationale.

Internet

Information sur une page web concernant les exigences du CNÉH.

Tout autre conseil pour la gestion d'une maison, pouvant aider tout résident à mieux profiter de sa maison. Cette information et cette formation peuvent être données par les distributeurs à grande surface, via les outils suivants:

Séminaires

Conférences

Cours théoriques

Cours pratiques

Internet

Télévision

Vidéo

Articles de journaux

Offrir une ligne 1-800 pour expliquer les problèmes qui peuvent se poser lors de la conception d'une maison. Prévoir cette ligne pour une période fixe et prévoir un renouvellement si nécessaire.

Brochures

Guides illustrés

6.5 RESSOURCES POUVANT DONNER LA FORMATION ET L'INFORMATION

Il serait très exhaustif de faire toute la liste des ressources pouvant participer à ce travail de mise en application du CNÉH. Nous croyons que nous avons le réseau nécessaire pour assurer une bonne diffusion des exigences du CNÉH et pour palier à la formation. Notre plus grande interrogation demeure la disponibilité de gens ayant la connaissance pour transmettre l'information et donner la formation.

Voici donc quelques voies de communication que l'on pourrait utiliser :

Associations de la construction

Associations de chaque secteur de la construction

Associations professionnelles

Gouvernement et sociétés paragouvernementales

Manufacturiers

Universités

Cégeps

Écoles professionnelles

Grandes surfaces (R0-NA, RÉNO-DÉPOT, etc.)

Les spécialistes (ingénieurs, architectes, entrepreneurs et autres)

Les organismes oeuvrant dans le domaine de la recherche et/ou de la communication des technologies de construction (HQ, SHQ, CSTB, CEBQ, DCC, SCHL, CNRC, ASHRAE ACNOR).

7. CONCLUSIONS

7.1 IMPACT SUR LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

- Pour la plupart des habitations résidentielles dont l'étanchéité à l'air respecte la règle de l'art (3.57 CAH à une pression différentielle de 50 Pa) et dont le système de ventilation est muni d'un dispositif de commande automatique, les calculs précédents démontrent que le potentiel d'économie d'énergie associé au récupérateur de chaleur est de l'ordre de 5 à 7% du coût énergétique de la ventilation continue. Cette économie d'énergie ne peut justifier l'achat du récupérateur de chaleur.
- L'augmentation de la résistance thermique effective des composants opaques de l'enveloppe présente un potentiel d'économie d'énergie justifiable sur une base économique.
- Parmi toutes les améliorations, l'augmentation du rendement énergétique des fenêtres est certainement la mesure d'économie la plus rentable pour les régions climatiques "A" et "B" soit de 14,8 à 42,8% de l'économie d'énergie totale sur une base annuelle. Par contre, dans la région climatique "C", le potentiel d'économie d'énergie est beaucoup plus petit, soit 3% de l'économie d'énergie totale sur une base annuelle.
- Les points faibles du CNÉH
 - L'étanchéité à l'air de l'enveloppe préconisé par ce code est loin de représenter l'importance de ce paramètre sur le rendement global (énergie, durabilité, influence sur les autres paramètres) du bâtiment.

- Le test d'infiltrométrie n'est pas obligatoire.
- Il n'y a pas d'exigence visant à ce qu'un professionnel indépendant atteste la conformité de la maison.
- Le maintien du rendement des fenêtres et du ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) n'est pas couvert par le CNÉH et les normes de références.
- La résistance thermique minimale des surfaces vitrées de la région "C" est plus petite que celle exigée par le RÉÉNB, d'où un potentiel de condensation superficielle accru sur ces surfaces.
- La technique d'isolation thermique des murs de fondation devrait être remise en question.
- Le CNÉH ne tient pas compte de l'influence des méthodes de pose des divers composants et des techniques de liaisons entre ceux-ci.

7.2 IMPACT SUR L'INDUSTRIES DE LA CONSTRUCTION

- L'adoption du CNÉH aura un impact important dans l'industrie de la construction. L'important est de s'assurer que ces changements serviront à améliorer la qualité dans la construction résidentielle à un prix acceptable. Le bien fondé de cette amélioration de la qualité est sans doute dû au coût de consommation énergétique des résidences, coût des réparations à moyen et long terme de celles-ci et à la qualité de l'air ambiant. Alors, afin de démontrer le sérieux de cette adoption, il va de soi que le point le plus important est l'application rigoureuse de ce code par l'organisme provincial responsable.
- Le coût de construction supplémentaire d'environ 5% est raisonnablement justifié par rapport à la diminution de la consommation énergétique.
- La formation des divers intervenants impliqués dans le processus de construction est la clé du succès. Il est impératif que tous les intervenants comprennent: le pourquoi des changements, leur responsabilité vis-à-vis le travail exécuté et la fonction de ce travail vis-à-vis le comportement global de l'enveloppe du bâtiment.
- Un important virage au niveau de l'information est à prévoir afin de permettre à tous les citoyens de bien saisir l'avantage d'une construction plus efficace au niveau énergétique. Cette information doit aussi se faire au niveau de l'industrie de la construction afin de bien disposer les intervenants à suivre une formation adéquate.

8. RECOMMANDATIONS

8.1 ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DE L'ENVELOPPE DES MAISONS

Dans le but:

- d'exiger que les concepteurs réalisent des détails de construction plus performants;
- d'exiger un meilleur contrôle de la qualité de la part des constructeurs;
- d'améliorer les techniques de construction;
- d'obliger les contracteurs à faire des choix judicieux pour les diverses composantes de l'enveloppe;

- d'améliorer l'efficacité énergétique d'une façon substantielle;
- d'améliorer le rendement effectif des autres fonctions de l'enveloppe (isolation thermique, transfert de vapeur d'eau, isolation acoustique, ...);
- d'accroître le confort des occupants;

Nous recommandons que:

Quelque soit la technique de construction utilisée pour réaliser l'enveloppe architecturale des habitations, celles-ci devraient satisfaire l'exigence de 1.5 CAH sous une pression différentielle de 50 Pa, quand elles sont mise à l'essai conformément à la norme 149-10 de l'ONGC. Cette vérification obligatoire devra être réalisée avant l'acceptation finale de la maison par un organisme responsable.

8.2 DURABILITÉ

Étant donné que la totalité des mesures d'économies d'énergie doivent être justifiées par la technique d'analyse du coût selon le cycle de vie, il est impératif que la durabilité des solutions apportées respecte la période de recouvrement prévue par cette analyse.

Nous recommandons donc:

- a) Que l'Autorité compétente dicte la durabilité prévue pour les divers systèmes qui seront sujets à être remplacés et/ou modifiés. Les principaux systèmes visés sont: les vitrages isolants, les fenêtres et le ventilateur récupérateur de chaleur.
- b) Que les exigences de durabilité soient introduites dans chacune des normes de références visées.

8.3 RESPONSABILITÉ D'APPLICATION DU CNÉH

Afin d'assurer une application adéquate du CNÉH, nous recommandons que:

Les responsabilités de gestion et de mise en application du CNÉH relèvent d'un organisme gouvernemental responsable de la construction résidentielle.

Une attestation de conformité par un inspecteur indépendant du promoteur ou contracteur devrait être émise afin d'assurer aux consommateurs que la maison est conforme aux exigences du CNÉH. Cette attestation devrait faire suite à un suivi du processus de construction (plans et devis, inspection du chantier et test d'infiltrométrie). Cette personne serait donc directement liée au niveau de la responsabilité professionnelle.

8.4 FORMATION ET INFORMATION

Afin de faciliter la mise en application du CNÉH, nous recommandons que:

En vue de l'adoption du CNÉH, le Gouvernement devrait introduire des cours de perfectionnement pour l'ensemble des intervenants dans la construction résidentielle et, de promouvoir les raisons de la création du CNÉH ainsi que des bienfaits sociaux et individuels qui en découlent.

ANNEXE A**LÉGENDE DE CALCUL DES SURFACES ET DES VOLUMES****Aire de toit:**

Leur superficie a été calculée avec les mesures comprises aux faces intérieures des murs extérieurs. Tous les plafonds finis sont horizontaux.

Murs opaques au-dessus de la fondation:

Leur superficie a été calculée avec les mesures comprises aux faces intérieures des murs extérieurs, ceci en excluant la surface des ouvertures faites dans l'ossature pour les portes, les fenêtres et autres surfaces vitrées. La surface périphérique des planchers est comprise dans le total et celle des murs de fondations est exclue.

Fenêtres:

Leur superficie a été calculée avec les mesures de l'ouverture faite dans l'ossature. Aussi le calcul a été subdivisé selon leur localisation dans l'enveloppe telle : sud, est, ouest et nord. Le côté sud correspondant toujours, dans la présente étude, à la façade de l'entrée principale. Il est à noter que les porte-patios sont considérées comme des fenêtres.

Portes:

Leur superficie a été calculée avec les mesures de l'ouverture faite dans l'ossature. Aussi le calcul a été subdivisé selon leur localisation dans l'enveloppe telle : sud, est, ouest et nord. Le côté sud correspondant toujours, dans la présente étude, à la façade de l'entrée principale.

Dans un premier temps, la surface de l'ouverture a été calculée en y ajoutant, s'il y a lieu, la surface d'un vitrage qui serait adjacent à la porte.

Dans un deuxième temps, le calcul de la surface de vitrage dans la porte a été effectué. En marge de ces surfaces apparaît la catégorie qui a été attribuée à chacune, c'est à dire: 1/2 vitrage, plein vitrage.

Ce qui signifie que :

si la surface $<$ que $0,6 \text{ m}^2 = 1/2$ vitrage,

si la surface $>$ ou $=$ à $0,6 \text{ m}^2 =$ plein vitrage et

si la surface de vitrage est $=$ à la surface de l'ouverture alors la porte sera considérée comme une fenêtre (cas: porte d'entrée des condominium).

Murs de fondation:

Leur superficie a été calculée en séparant celle hors-sol de celle en sous-sol, de même que cette dernière a été subdivisée comme suit: à 0,6 mètre sous le sol et la balance (surface sous 0,6 mètre). De la surface hors-sol a été exclue la surface des ouvertures brutes dans le mur de fondation.

Dalle de sous-sol:

L'isolation de la dalle de 1 mètre en périphérie est valable pour une dalle qui se trouve à moins de 0,6 mètre sous le niveau moyen du sol et pour tous les planchers comportant des dispositifs de chauffage (article 3.3.2.2. Planchers, CNEH).

Volume:

Le calcul a été fait avec les mesures comprises aux faces intérieures des murs extérieurs pour chaque étage et la hauteur de l'étage correspondant. Par hauteur on entend: la mesure plancher/plancher de tous les niveaux et la hauteur de plancher/plafond pour le dernier étage. Dans la présente étude, tous les plafonds finis sont horizontaux.

Surface totale de plancher:

Leur superficie a été calculée avec les mesures comprises aux faces intérieures des murs extérieurs et ceci comprend les ouvertures pratiquées dans chaque plancher. Ce total correspond à l'addition de tous les niveaux.

Pourcentage d'ouverture:

Pourcentage =	$\frac{\text{Surface d'ouverture}}{\text{Surface totale d'enveloppe}}$
---------------	--

où: Surface d'ouverture = Surface des fenêtres et portes.
 Surface totale d'enveloppe = Surface de mur opaque
 + Ouvertures (portes et fenêtres)
 + Mur de fondation hors-sol.

B-1

TYPE DE MAISON: Unifamiliale isolée, 1 étage
LOCALITÉ: Montréal

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

Déperditions thermiques (kWh/an)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Toit	1749	1749	1334	1334
Murs principaux hors-sol	3308	3308	2502	2502
Murs de fondation hors-sol	2541	2541	1638	1638
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	821	821	690	690
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	3768	3768	647	647
Périmètre de la dalle	1827	1827	2750	2750
Centre de la dalle	1389	1389	1530	1530
Portes	211	211	211	211
Fenêtres (total)	8333	8333	6497	6497
Sud-est	969	969	763	763
Nord-est	2661	2661	2074	2074
Nord-ouest	875	875	687	687
Sud-ouest	3829	3829	2972	2972
Sous-total	23948	23948	17799	17799

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	4325	4325	4325	4325
Ventilation intermittente	446	446	446	446
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	3417	1088	0

Pertes totales (kWh/an)	28719	32136	23657	22569
-------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)

Gains (kWh/an)	Ori. 1			Ori. 2			Moy.			Ori. 1			Ori. 2			Moy.		
	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	7277	7286	7281	7349	7359	7354	7112	7125	7118	7096	7109	7102						
Gains solaires utilisables	4804	4422	4613	5058	4624	4841	4578	4092	4335	4453	4001	-4227						

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	16639	17011	16825	19729	20154	19941	11967	12441	12204	11021	11460	11240
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	1098	1123	1110	1302	1330	1316	790	821	805	727	756	742

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3.6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)			CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)			CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)		
	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Toit	0	0	0	415	415	415	415	415	415
Murs principaux hors-sol	0	0	0	807	807	807	807	807	807
Murs de fondation hors-sol	0	0	0	903	903	903	903	903	903
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	0	0	132	132	132	132	132	132
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	0	0	3121	3121	3121	3121	3121	3121
Périmètre de la dalle	0	0	0	-923	-923	-923	-923	-923	-923
Centre de la dalle	0	0	0	-141	-141	-141	-141	-141	-141
Portes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fenêtres (total)	0	0	0	1836	1836	1836	1836	1836	1836
Sud-est	0	0	0	206	206	206	206	206	206
Nord-est	0	0	0	586	586	586	586	586	586
Nord-ouest	0	0	0	188	188	188	188	188	188
Sud-ouest	0	0	0	856	856	856	856	856	856
Sous-total	0	0	0	6150	6150	6150	6150	6150	6150

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-3417	-3417	-3417	2329	2329	2329	0	0	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-3417	-3417	-3417	8479	8479	8479	6150	6150	6150
---------------------------------------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------

Var. des gains (kWh/an)

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1			Ori. 2			Moy.			Ori. 1			Ori. 2			Moy.		
	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-73	-73	-73	237	234	236	181	177	179									
Gains solaires utilisables	-255	-201	-228	480	532	506	350	422	386									

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-3090	-3143	-3117	7762	7713	7738	5618	5551	5585
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-204	-207	-206	512	509	511	371	366	369

TYPE DE MAISON: Unifamiliale isolée, 1 étage
LOCALITÉ: Hull

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

Déperditions thermiques (kWh/an)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Toit	1820	1820	1389	1389
Murs principaux hors-sol	3411	3411	2579	2579
Murs de fondation hors-sol	2637	2637	1700	1700
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	677	677	568	568
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	3105	3105	533	533
Périmètre de la dalle	1506	1506	2268	2268
Centre de la dalle	1146	1146	1262	1262
Portes	218	218	218	218
Fenêtres (total)	8596	8596	6702	6702
Sud-est	1002	1002	789	789
Nord-est	2742	2742	2138	2138
Nord-ouest	905	905	711	711
Sud-ouest	3947	3947	3064	3064
Sous-total	23116	23116	17219	17219

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	4387	4387	4387	4387
Ventilation intermittente	450	450	450	450
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	3520	1131	0
Pertes totales (kWh/an)	27952	31473	23187	22056

Gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	7313	7329	7321	7398	7413	7405	7143	7163	7153	7121	7141	7131
Gains solaires utilisables	5034	4613	4824	5317	4884	5100	4619	4264	4442	4495	4147	4321

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	15605	16011	15808	18759	19175	18967	11425	11760	11592	10440	10767	10604
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	1030	1057	1043	1238	1266	1252	754	776	765	689	711	700

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
---	--	--	--

Toit	0	432	432
Murs principaux hors-sol	0	832	832
Murs de fondation hors-sol	0	937	937
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	108	108
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	2572	2572
Périmètre de la dalle	0	-762	-762
Centre de la dalle	0	-117	-117
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	1894	1894
Sud-est	0	213	213
Nord-est	0	604	604
Nord-ouest	0	194	194
Sud-ouest	0	883	883
Sous-total	0	5897	5897

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-3520	2389	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-3520	8286	5897
---------------------------------------	-------	------	------

Var. des gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-85	-85	-85	255	250	253	192	187	189
Gains solaires utilisables	-282	-271	-276	698	620	659	540	466	503

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-3153	-3165	-3159	7333	7416	7374	5165	5243	5204
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-208	-209	-209	484	489	487	341	346	343

TYPE DE MAISON: Unifamiliale isolée, 1 étage
LOCALITÉ: Québec

B-3

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
<u>Déperditions thermiques (kWh/an)</u>				
Toit	1910	1910	1577	1577
Murs principaux hors-sol	3622	3622	2836	2836
Murs de fondation hors-sol	2891	2891	1856	1856
Murs sous le sol. 0 à 0,6 m	756	756	634	634
Murs sous le sol. en bas de 0,6 m	3469	3469	595	595
Périmètre de la dalle	1682	1682	2529	2529
Centre de la dalle	1279	1279	1408	1408
Portes	238	238	238	238
Fenêtres (total)	9401	9401	7323	7323
Sud-est	1097	1097	862	862
Nord-est	2998	2998	2336	2336
Nord-ouest	991	991	777	777
Sud-ouest	4315	4315	3349	3349
Sous-total	25247	25247	18997	18997

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	4996	4996	4996	4996
Ventilation intermittente	488	488	488	488
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	3878	1257	0

<u>Pertes totales (kWh/an)</u>	30730	34609	25737	24480
--------------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	7765	7771	7768	7890	7896	7893	7606	7615	7611	7567	7576	7572
Gains solaires utilisables	5340	4930	5135	5673	5235	5454	4962	4607	4784	4847	4474	4661

<u>Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)</u>	17626	18030	17828	21045	21478	21261	13169	13514	13342	12066	12430	12248
<u>Consommation d'énergie annuelle (\$/an)</u>	1163	1190	1177	1389	1418	1403	869	892	881	796	820	808

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

<u>Var. des déperditions thermiques (kWh/an)</u>	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
--	--	--	--

Toit	0	333	333
Murs principaux hors-sol	0	786	786
Murs de fondation hors-sol	0	1034	1034
Murs sous le sol. 0 à 0,6 m	0	122	122
Murs sous le sol. en bas de 0,6 m	0	2874	2874
Périmètre de la dalle	0	-848	-848
Centre de la dalle	0	-129	-129
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	2077	2077
Sud-est	0	235	235
Nord-est	0	662	662
Nord-ouest	0	214	214
Sud-ouest	0	967	967
Sous-total	0	6250	6250

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-3878	2622	0

<u>Réduction des pertes totales (kWh/an)</u>	-3878	8872	6250
--	-------	------	------

<u>Var. des gains (kWh/an)</u>	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-125	-125	-125	284	281	282	198	195	196
Gains solaires utilisables	-334	-305	-319	712	628	670	492	456	474

<u>Économie d'énergie annuelle (kWh/an)</u>	-3419	-3448	-3434	7876	7963	7920	5560	5600	5580
<u>Économie d'énergie annuelle (\$/an)</u>	-226	-228	-227	520	526	523	367	370	368

TYPE DE MAISON: Unifamiliale isolée, 1 étage
LOCALITÉ: Chicoutimi

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

Déperditions thermiques (kWh/an)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Toit	2209	2209	1824	1824
Murs principaux hors-sol	4057	4057	3176	3176
Murs de fondation hors-sol	3237	3237	2073	2073
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	856	856	717	717
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	3926	3926	673	673
Périmètre de la dalle	1903	1903	2860	2860
Centre de la dalle	1447	1447	1591	1591
Portes	265	265	265	265
Fenêtres (total)	10481	10481	8160	8160
Sud-est	1225	1225	961	961
Nord-est	3341	3341	2603	2603
Nord-ouest	1107	1107	866	866
Sud-ouest	4809	4809	3730	3730
Sous-total	28380	28380	21338	21338

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	5750	5750	5750	5750
Ventilation intermittente	552	552	552	552
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	4329	1464	0
Pertes totales (kWh/an)	34682	39011	29103	27640

Gains (kWh/an)

Gains (kWh/an)	Ori. 1			Ori. 2			Moy.		
	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	8030	8031	8031	8166	8167	8167	7894	7896	7895
Gains solaires utilisables	5602	5043	5323	5958	5352	5655	5221	4774	4998

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	21050	21608	21329	24887	25491	25189	15988	16433	16211	14719	15129	14924
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	1389	1426	1408	1643	1682	1662	1055	1085	1070	971	999	985

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
---	--	--	--

Toit	0	386	386
Murs principaux hors-sol	0	881	881
Murs de fondation hors-sol	0	1164	1164
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	139	139
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	3253	3253
Périmètre de la dalle	0	-957	-957
Centre de la dalle	0	-144	-144
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	2321	2321
Sud-est	0	264	264
Nord-est	0	738	738
Nord-ouest	0	240	240
Sud-ouest	0	1079	1079
Sous-total	0	7042	7042

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-4329	2865	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-4329	9907	7042
---------------------------------------	-------	------	------

Var. des gains (kWh/an)

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1			Ori. 2			Moy.		
	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-136	-136	-136	272	271	272	183	183	183
Gains solaires utilisables	-356	-310	-333	737	579	658	528	381	454

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-3837	-3883	-3860	8899	9058	8978	6331	6478	6405
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-253	-256	-255	587	598	593	418	428	423

TYPE DE MAISON: Unifamiliale isolée, 1 étage
LOCALITÉ: Schefferville

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Déperditions thermiques (kWh/an)				
Toit	2708	2708	2198	2198
Murs principaux hors-sol	4724	4724	3849	3849
Murs de fondation hors-sol	4500	4500	2874	2874
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	1315	1315	1102	1102
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	6034	6034	1033	1033
Périmètre de la dalle	2921	2921	4387	4387
Centre de la dalle	2219	2219	2438	2438
Portes	362	362	362	362
Fenêtres (total)	11462	11462	10523	10523
Sud-est	1355	1355	1245	1245
Nord-est	3672	3672	3353	3353
Nord-ouest	1245	1245	1123	1123
Sud-ouest	5190	5190	4802	4802
Sous-total	36245	36245	28767	28767

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	8967	8967	8967	8967
Ventilation intermittente	747	747	747	747
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	5942	2256	0

Pertes totales (kWh/an)	45958	51900	40737	38480
--------------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	8388	8388	8388	8482	8482	8482	8377	8377	8377	8336	8336	8336
Gains solaires utilisables	6413	5718	6066	6968	6148	6558	6316	5624	5970	6142	5474	5808

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	31156	31852	31504	36450	37270	36860	26044	26736	26390	24003	24671	24337
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	2056	2102	2079	2406	2460	2433	1719	1765	1742	1584	1628	1606

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
--	--	--	--

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)

Toit	0	510	510
Murs principaux hors-sol	0	874	874
Murs de fondation hors-sol	0	1626	1626
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	214	214
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	5000	5000
Périmètre de la dalle	0	-1466	-1466
Centre de la dalle	0	-219	-219
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	939	939
Sud-est	0	110	110
Nord-est	0	319	319
Nord-ouest	0	121	121
Sud-ouest	0	389	389
Sous-total	0	7478	7478

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-5942	3686	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-5942	11163	7478
--	-------	-------	------

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-94	-94	-94	105	105	105	52	52	52
Gains solaires utilisables	-555	-430	-492	653	525	589	272	244	258

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-5293	-5418	-5356	10406	10534	10470	7154	7181	7168
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-349	-358	-353	687	695	691	472	474	473

TYPE DE MAISON: Unifamiliale isolée, 2 étages
LOCALITÉ: Montréal

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Déperditions thermiques (kWh/an)				
Toit	1067	1067	814	814
Murs principaux hors-sol	5724	5724	4328	4328
Murs de fondation hors-sol	1605	1605	1039	1039
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	693	693	583	583
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	3833	3833	660	660
Périmètre de la dalle	1583	1583	2388	2388
Centre de la dalle	858	858	947	947
Portes	370	370	370	370
Fenêtres (total)	8688	8688	6800	6800
Sud-est	827	827	658	658
Nord-est	2015	2015	1565	1565
Nord-ouest	1422	1422	1130	1130
Sud-ouest	4423	4423	3448	3448
Sous-total	24419	24419	17928	17928

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	6171	6171	6171	6171
Ventilation intermittente	442	442	442	442
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	4187	1302	0

Pertes totales (kWh/an)	31033	35220	25843	24541
--------------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	8015	7992	8004	8117	8092	8105	7824	7783	7804	7799	7758	7779
Gains solaires utilisables	5019	4658	4838	5361	4866	5114	4622	4318	4470	4475	4215	4345

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	17999	18384	18191	21742	22262	22002	13397	13742	13569	12267	12568	12417
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	1188	1213	1201	1435	1469	1452	884	907	896	810	829	820

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
	Toit	0	253
Murs principaux hors-sol	0	1396	1396
Murs de fondation hors-sol	0	566	566
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	110	110
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	3173	3173
Périmètre de la dalle	0	-806	-806
Centre de la dalle	0	-89	-89
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	1888	1888
Sud-est	0	170	170
Nord-est	0	451	451
Nord-ouest	0	292	292
Sud-ouest	0	975	975
Sous-total	0	6492	6492

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-4187	2885	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-4187	9377	6492
--	-------	------	------

Var. des gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-102	-101	-101	293	309	301	216	233	225
Gains solaires utilisables	-342	-209	-275	739	548	644	544	443	493

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-3743	-3878	-3811	8346	8520	8433	5732	5816	5774
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-247	-256	-251	551	562	557	378	384	381

TYPE DE MAISON: Unifamiliale isolée, 2 étages
LOCALITÉ:Hull

B-7

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

Déperditions thermiques (kWh/an)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Toit	1110	1110	847	847
Murs principaux hors-sol	5902	5902	4462	4462
Murs de fondation hors-sol	1666	1666	1079	1079
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	571	571	481	481
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	3158	3158	544	544
Périmètre de la dalle	1305	1305	1971	1971
Centre de la dalle	708	708	781	781
Portes	381	381	381	381
Fenêtres (total)	8957	8957	7011	7011
Sud-est	854	854	679	679
Nord-est	2075	2075	1611	1611
Nord-ouest	1474	1474	1171	1171
Sud-ouest	4554	4554	3550	3550
Sous-total	23757	23757	17557	17557

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	6218	6218	6218	6218
Ventilation intermittente	456	456	456	456
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	4313	1348	0

Pertes totales (kWh/an)	30432	34745	25580	24232
-------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	8101	8059	8080	8215	8173	8194	7901	7840	7871	7871	7810	7840
Gains solaires utilisables	5253	4833	5043	5612	5043	5327	4871	4471	4671	4711	4383	4547

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	17078	17540	17309	20918	21530	21224	12808	13269	13038	11649	12039	11844
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	1127	1158	1142	1381	1421	1401	845	876	861	769	795	782

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
---	--	--	--

Toit	0	263	263
Murs principaux hors-sol	0	1440	1440
Murs de fondation hors-sol	0	587	587
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	90	90
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	2614	2614
Périmètre de la dalle	0	-666	-666
Centre de la dalle	0	-74	-74
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	1945	1945
Sud-est	0	175	175
Nord-est	0	464	464
Nord-ouest	0	302	302
Sud-ouest	0	1004	1004
Sous-total	0	6200	6200

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-4313	2965	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-4313	9165	6200
---------------------------------------	-------	------	------

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori.2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-114	-114	-114	314	333	323	230	249	239
Gains solaires utilisables	-359	-209	-284	741	572	657	541	450	496

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-3840	-3990	-3915	8110	8261	8185	5429	5501	5465
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-253	-263	-258	535	545	540	358	363	361

TYPE DE MAISON: Unifamiliale isolée, 2 étages
LOCALITÉ: Québec

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Déperditions thermiques (kWh/an)				
Toit	1165	1165	962	962
Murs principaux hors-sol	6267	6267	4907	4907
Murs de fondation hors-sol	1828	1828	1177	1177
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	638	638	536	536
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	3532	3532	607	607
Périmètre de la dalle	1458	1458	2197	2197
Centre de la dalle	791	791	871	871
Portes	416	416	416	416
Fenêtres (total)	9795	9795	7660	7660
Sud-est	934	934	741	741
Nord-est	2268	2268	1761	1761
Nord-ouest	1616	1616	1278	1278
Sud-ouest	4977	4977	3880	3880
Sous-total	25891	25891	19334	19334

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	7114	7114	7114	7114
Ventilation intermittente	493	493	493	493
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	4745	1501	0

Pertes totales (kWh/an)	33498	38243	28442	26941
--------------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	8574	8560	8567	8728	8713	8720	8403	8371	8387	8354	8324	8339
Gains solaires utilisables	5676	5185	5431	6057	5416	5737	5315	4846	5080	5150	4732	4941

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	19247	19753	19500	23459	24114	23786	14725	15225	14975	13437	13885	13661
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	1270	1304	1287	1548	1592	1570	972	1005	988	887	916	902

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
---	--	--	--

Toit	0	203	203
Murs principaux hors-sol	0	1360	1360
Murs de fondation hors-sol	0	651	651
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	102	102
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	2925	2925
Périmètre de la dalle	0	-739	-739
Centre de la dalle	0	-81	-81
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	2134	2134
Sud-est	0	193	193
Nord-est	0	507	507
Nord-ouest	0	337	337
Sud-ouest	0	1097	1097
Sous-total	0	6557	6557

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-4745	3244	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-4745	9801	6557
--	-------	------	------

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-153	-153	-153	325	342	333	220	236	228
Gains solaires utilisables	-381	-231	-306	742	570	656	526	453	489

Economie d'énergie annuelle (kWh/an)	-4211	-4361	-4286	8734	8889	8811	5811	5868	5839
Economie d'énergie annuelle (\$/an)	-278	-288	-283	576	587	582	384	387	385

TYPE DE MAISON: Unifamiliale isolée, 2 étages
LOCALITÉ: Chicoutimi

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Déperditions thermiques (kWh/an)				
Toit	1347	1347	1112	1112
Murs principaux hors-sol	7019	7019	5496	5496
Murs de fondation hors-sol	2048	2048	1313	1313
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	723	723	606	606
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	4000	4000	687	687
Périmètre de la dalle	1651	1651	2484	2484
Centre de la dalle	895	895	984	984
Portes	464	464	464	464
Fenêtres (total)	10917	10917	8532	8532
Sud-est	1041	1041	826	826
Nord-est	2525	2525	1961	1961
Nord-ouest	1808	1808	1425	1425
Sud-ouest	5542	5542	4320	4320
Sous-total	29064	29064	21679	21679

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	8171	8171	8171	8171
Ventilation intermittente	550	550	550	550
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	5295	1752	0

Pertes totales (kWh/an)	37786	43080	32152	30400
-------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	8865	8861	8863	9019	9016	9018	8720	8712	8716	8663	8656	8659
Gains solaires utilisables	5893	5522	5707	6378	5793	6085	5521	5163	5342	5380	5071	5226

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	23028	23403	23215	27684	28271	27977	17911	18276	18093	16357	16673	16515
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	1520	1545	1532	1827	1866	1846	1182	1206	1194	1080	1100	1090

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
---	--	--	--

Toit	0	235	235
Murs principaux hors-sol	0	1524	1524
Murs de fondation hors-sol	0	735	735
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	117	117
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	3314	3314
Périmètre de la dalle	0	-833	-833
Centre de la dalle	0	-90	-90
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	2385	2385
Sud-est	0	216	216
Nord-est	0	565	565
Nord-ouest	0	382	382
Sud-ouest	0	1222	1222
Sous-total	0	7386	7386

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-5295	3543	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-5295	10929	7386
---------------------------------------	-------	-------	------

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-154	-155	-154	299	304	302	202	206	204
Gains solaires utilisables	-484	-272	-378	856	630	743	513	451	482

Economie d'énergie annuelle (kWh/an)	-4656	-4868	-4762	9773	9995	9884	6671	6729	6700
Economie d'énergie annuelle (\$/an)	-307	-321	-314	645	660	652	440	444	442

TYPE DE MAISON: Unifamiliale isolée, 2 étages
LOCALITÉ: Schefferville

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Déperditions thermiques (kWh/an)				
Toit	1652	1652	1341	1341
Murs principaux hors-sol	8173	8173	6660	6660
Murs de fondation hors-sol	2849	2849	1820	1820
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	1112	1112	932	932
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	6152	6152	1055	1055
Périmètre de la dalle	2537	2537	3812	3812
Centre de la dalle	1374	1374	1510	1510
Portes	634	634	634	634
Fenêtres (total)	12043	12043	10997	10997
Sud-est	1172	1172	1068	1068
Nord-est	2770	2770	2521	2521
Nord-ouest	2068	2068	1855	1855
Sud-ouest	6034	6034	5554	5554
Sous-total	36525	36525	28760	28760

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	12733	12733	12733	12733
Ventilation intermittente	749	749	749	749
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	7263	2711	0

Pertes totales (kWh/an)	50007	57270	44953	42242
--------------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	9257	9257	9257	9335	9335	9335	9243	9243	9243	9205	9205	9205
Gains solaires utilisables	6936	6189	6562	7534	6594	7064	6883	6066	6475	6597	5907	6252

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	33814	34561	34188	40401	41341	40871	28827	29644	29236	26440	27130	26785
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	2232	2281	2256	2666	2729	2697	1903	1957	1930	1745	1791	1768

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
---	--	--	--

Toit	0	311	311
Murs principaux hors-sol	0	1513	1513
Murs de fondation hors-sol	0	1029	1029
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	181	181
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	5098	5098
Périmètre de la dalle	0	-1276	-1276
Centre de la dalle	0	-136	-136
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	1045	1045
Sud-est	0	104	104
Nord-est	0	249	249
Nord-ouest	0	212	212
Sud-ouest	0	480	480
Sous-total	0	7765	7765

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-7263	4551	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-7263	12317	7765
--	-------	-------	------

Var. des gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-78	-78	-78	92	92	92	52	52	52
Gains solaires utilisables	-598	-405	-502	651	527	589	339	282	310

Economie d'énergie annuelle (kWh/an)	-6586	-6780	-6683	11573	11697	11635	7374	7431	7403
Economie d'énergie annuelle (\$/an)	-435	-447	-441	764	772	768	487	490	489

TYPÉ DE MAISON: Unifamiliale jumelée, 2 étages
LOCALITÉ: Montréal

B-11

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Déperditions thermiques (kWh/an)				
Toit	874	874	667	667
Murs principaux hors-sol	3930	3930	2971	2971
Murs de fondation hors-sol	1058	1058	683	683
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	452	452	379	379
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	2660	2660	447	447
Périmètre de la dalle	1409	1409	2124	2124
Centre de la dalle	659	659	726	726
Portes	306	306	306	306
Fenêtres (total)	7644	7644	5939	5939
Sud-est	0	0	0	0
Nord-est	3248	3248	2519	2519
Nord-ouest	746	746	596	596
Sud-ouest	3649	3649	2824	2824
Sous-total	18991	18991	14242	14242

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	5245	5245	5245	5245
Ventilation intermittente	442	442	442	442
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	3802	1190	0

Pertes totales (kWh/an)	24678	28480	21118	19929
-------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	7140	7126	7133	7232	7217	7224	6981	6959	6970	6958	6938	6948
Gains solaires utilisables	3771	3953	3862	4045	4215	4130	3435	3633	3534	3314	3505	3409

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	13766	13599	13683	17203	17048	17125	10702	10526	10614	9657	9486	9571
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	909	898	903	1135	1125	1130	706	695	701	637	626	632

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
---	--	--	--

Toit	0	207	207
Murs principaux hors-sol	0	958	958
Murs de fondation hors-sol	0	374	374
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	72	72
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	2213	2213
Périmètre de la dalle	0	-715	-715
Centre de la dalle	0	-67	-67
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	1705	1705
Sud-est	0	0	0
Nord-est	0	730	730
Nord-ouest	0	149	149
Sud-ouest	0	825	825
Sous-total	0	4749	4749

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-3802	2613	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-3802	7361	4749
---------------------------------------	-------	------	------

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori.2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-92	-91	-91	251	258	254	182	188	185
Gains solaires utilisables	-274	-263	-268	610	582	596	457	448	453

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-3437	-3449	-3443	6501	6522	6511	4110	4113	4111
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-227	-228	-227	429	430	430	271	271	271

TYPE DE MAISON: Unifamiliale jumelée, 2 étages
LOCALITÉ:Hull

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Déperditions thermiques (kWh/an)				
Toit	910	910	694	694
Murs principaux hors-sol	4052	4052	3063	3063
Murs de fondation hors-sol	1097	1097	710	710
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	372	372	312	312
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	2190	2190	368	368
Périmètre de la dalle	1161	1161	1750	1750
Centre de la dalle	543	543	598	598
Portes	315	315	315	315
Fenêtres (total)	7875	7875	6120	6120
Sud-est	0	0	0	0
Nord-est	3348	3348	2596	2596
Nord-ouest	770	770	616	616
Sud-ouest	3757	3757	2908	2908
Sous-total	18514	18514	13931	13931

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	5289	5289	5289	5289
Ventilation intermittente	453	453	453	453
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	3917	1233	0
Pertes totales (kWh/an)	24257	28173	20906	19674

Gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	7232	7200	7216	7335	7303	7319	7067	7025	7046	7040	6998	7019
Gains solaires utilisables	3968	4163	4065	4273	4439	4356	3613	3829	3721	3479	3673	3576

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	13057	12894	12976	16566	16432	16499	10226	10052	10139	9155	9003	9079
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	862	851	856	1093	1085	1089	675	663	669	604	594	599

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4)
	(avec Loi EE, sans récup.)	(i.e. avec vent. centrale)	(i.e. sans vent. centrale)

Toit	0	216	216
Murs principaux hors-sol	0	988	988
Murs de fondation hors-sol	0	387	387
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	60	60
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	1822	1822
Périmètre de la dalle	0	-589	-589
Centre de la dalle	0	-55	-55
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	1755	1755
Sud-est	0	0	0
Nord-est	0	751	751
Nord-ouest	0	154	154
Sud-ouest	0	850	850
Sous-total	0	4583	4583

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-3917	2684	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-3917	7267	4583
--	--------------	-------------	-------------

Var. des gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori.2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-103	-103	-103	268	278	273	192	202	197
Gains solaires utilisables	-305	-276	-290	659	609	634	489	490	489

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-3509	-3538	-3523	6340	6380	6360	3902	3892	3897
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-232	-233	-233	418	421	420	258	257	257

TYPE DE MAISON: Unifamiliale jumelée, 2 étages
LOCALITÉ: Québec

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

Déperditions thermiques (kWh/an)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Toit	955	955	788	788
Murs principaux hors-sol	4302	4302	3368	3368
Murs de fondation hors-sol	1205	1205	775	775
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	416	416	349	349
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	2452	2452	412	412
Périmètre de la dalle	1299	1299	1956	1956
Centre de la dalle	608	608	669	669
Portes	344	344	344	344
Fenêtres (total)	8611	8611	6688	6688
Sud-est	0	0	0	0
Nord-est	3661	3661	2837	2837
Nord-ouest	843	843	673	673
Sud-ouest	4107	4107	3178	3178
Sous-total	20192	20192	15350	15350

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	6046	6046	6046	6046
Ventilation intermittente	494	494	494	494
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	4312	1378	0

Pertes totales (kWh/an)	26732	31044	23268	21890
-------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	7634	7626	7630	7778	7769	7773	7486	7469	7478	7439	7424	7432
Gains solaires utilisables	4248	4490	4369	4580	4821	4701	3978	4175	4076	3840	4048	3944

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	14850	14616	14733	18686	18453	18570	11804	11624	11714	10610	10418	10514
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	980	965	972	1233	1218	1226	779	767	773	700	688	694

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
---	--	--	--

Toit	0	167	167
Murs principaux hors-sol	0	934	934
Murs de fondation hors-sol	0	429	429
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	67	67
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	2041	2041
Périmètre de la dalle	0	-657	-657
Centre de la dalle	0	-61	-61
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	1922	1922
Sud-est	0	0	0
Nord-est	0	824	824
Nord-ouest	0	170	170
Sud-ouest	0	929	929
Sous-total	0	4842	4842

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-4312	2933	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-4312	7776	4842
---------------------------------------	-------	------	------

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-144	-143	-143	291	300	295	195	202	198
Gains solaires utilisables	-332	-331	-332	603	647	625	408	442	425

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-3836	-3837	-3837	6882	6829	6855	4240	4198	4219
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-253	-253	-253	454	451	452	280	277	278

TYPE DE MAISON: Unifamiliale jumelée, 2 étages
LOCALITÉ: Chicoutimi

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

Déperditions thermiques (kWh/an)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Toit	1105	1105	912	912
Murs principaux hors-sol	4818	4818	3773	3773
Murs de fondation hors-sol	1350	1350	865	865
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	472	472	396	396
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	2778	2778	466	466
Périmètre de la dalle	1472	1472	2215	2215
Centre de la dalle	688	688	757	757
Portes	383	383	383	383
Fenêtres (total)	9593	9593	7449	7449
Sud-est	0	0	0	0
Nord-est	4080	4080	3160	3160
Nord-ouest	941	941	750	750
Sud-ouest	4573	4573	3538	3538
Sous-total	22659	22659	17214	17214

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	6951	6951	6951	6951
Ventilation intermittente	550	550	550	550
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	4812	1607	0

Pertes totales (kWh/an)	30159	34971	26322	24714
-------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	7891	7889	7890	8040	8038	8039	7758	7754	7756	7704	7701	7703
Gains solaires utilisables	4588	4756	4672	4981	5170	5076	4254	4409	4332	4121	4283	4202

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	17680	17514	17597	21950	21762	21856	14309	14158	14234	12889	12730	12810
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	1167	1156	1161	1449	1436	1442	944	934	939	851	840	845

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (f.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (f.e. sans vent. centrale)
---	--	--	--

Toit	0	193	193
Murs principaux hors-sol	0	1046	1046
Murs de fondation hors-sol	0	485	485
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	76	76
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	2312	2312
Périmètre de la dalle	0	-743	-743
Centre de la dalle	0	-69	-69
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	2145	2145
Sud-est	0	0	0
Nord-est	0	920	920
Nord-ouest	0	191	191
Sud-ouest	0	1034	1034
Sous-total	0	5445	5445

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-4812	3204	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-4812	8649	5445
---------------------------------------	-------	------	------

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-149	-149	-149	282	284	283	187	188	187
Gains solaires utilisables	-393	-414	-404	726	761	744	467	474	470

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-4270	-4249	-4259	7640	7604	7622	4791	4783	4787
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-282	-280	-281	504	502	503	316	316	316

TYPE DE MAISON: Unifamiliale jumelée, 2 étages
LOCALITÉ: Schefferville

B-15

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

Déperditions thermiques (kWh/an)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Toit	1354	1354	1099	1099
Murs principaux hors-sol	5611	5611	4572	4572
Murs de fondation hors-sol	1878	1878	1199	1199
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	726	726	608	608
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	4274	4274	716	716
Périmètre de la dalle	2261	2261	3400	3400
Centre de la dalle	1056	1056	1161	1161
Portes	524	524	524	524
Fenêtres (total)	10374	10374	9584	9584
Sud-est	0	0	0	0
Nord-est	4431	4431	4068	4068
Nord-ouest	1079	1079	973	973
Sud-ouest	4864	4864	4543	4543
Sous-total	28057	28057	22863	22863

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	10834	10834	10834	10834
Ventilation intermittente	754	754	754	754
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	6602	2484	0

Pertes totales (kWh/an)	39646	46248	36935	34451
-------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	8247	8247	8247	8336	8336	8336	8240	8240	8240	8201	8201	8201
Gains solaires utilisables	5413	5664	5538	5925	6102	6013	5417	5590	5504	5178	5362	5270

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	25986	25735	25860	31988	31810	31899	23277	23104	23191	21072	20888	20980
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	1715	1698	1707	2111	2099	2105	1536	1525	1531	1391	1379	1385

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
---	--	--	--

Toit	0	255	255
Murs principaux hors-sol	0	1039	1039
Murs de fondation hors-sol	0	678	678
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	118	118
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	3558	3558
Périmètre de la dalle	0	-1139	-1139
Centre de la dalle	0	-104	-104
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	790	790
Sud-est	0	0	0
Nord-est	0	363	363
Nord-ouest	0	107	107
Sud-ouest	0	321	321
Sous-total	0	5194	5194

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-6602	4118	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-6602	9313	5194
---------------------------------------	-------	------	------

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-88	-88	-88	95	95	95	46	46	46
Gains solaires utilisables	-512	-438	-475	507	511	509	235	302	268

Economie d'énergie annuelle (kWh/an)	-6002	-6076	-6039	8710	8706	8708	4914	4847	4880
Economie d'énergie annuelle (\$/an)	-396	-401	-399	575	575	575	324	320	322

TYPE DE MAISON: Maison en rangée
LOCALITÉ: Montréal

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Déperditions thermiques (kWh/an)				
Toit	848	848	647	647
Murs principaux hors-sol	1702	1702	1287	1287
Murs de fondation hors-sol	640	640	412	412
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	222	222	186	186
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	1186	1186	180	180
Périmètre de la dalle	785	785	1188	1188
Centre de la dalle	888	888	977	977
Portes	176	176	176	176
Fenêtres (total)	6469	6469	4989	4989
Sud-est	0	0	0	0
Nord-est	3111	3111	2400	2400
Nord-ouest	0	0	0	0
Sud-ouest	3358	3358	2589	2589
Sous-total	12917	12917	10043	10043

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	4768	4768	4768	4768
Ventilation intermittente	446	446	446	446
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	3802	1187	0
Pertes totales (kWh/an)	18131	21933	16444	15257

Gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	6277	6277	6277	6403	6403	6403	6150	6150	6150	6113	6113	6113
Gains solaires utilisables	3137	3065	3101	3501	3394	3448	2924	2843	2883	2782	2708	2745

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	8718	8789	8753	12029	12136	12082	7370	7451	7411	6362	6435	6398
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	575	580	578	794	801	797	486	492	489	420	425	422

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
--	--	--	--

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)

Toit	0	201	201
Murs principaux hors-sol	0	415	415
Murs de fondation hors-sol	0	228	228
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	36	36
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	1006	1006
Périmètre de la dalle	0	-403	-403
Centre de la dalle	0	-89	-89
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	1480	1480
Sud-est	0	0	0
Nord-est	0	711	711
Nord-ouest	0	0	0
Sud-ouest	0	769	769
Sous-total	0	2874	2874

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-3802	2615	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-3802	5488	2874
--	--------------	-------------	-------------

Var. des gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-127	-127	-127	253	253	253	163	163	163
Gains solaires utilisables	-365	-329	-347	577	551	564	355	357	356

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-3311	-3347	-3329	4658	4684	4671	2356	2354	2355
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-219	-221	-220	307	309	308	155	155	155

TYPE DE MAISON: Maison en rangée
LOCALITÉ: Hull

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Déperditions thermiques (kWh/an)				
Toit	883	883	674	674
Murs principaux hors-sol	1755	1755	1327	1327
Murs de fondation hors-sol	666	666	429	429
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	183	183	154	154
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	982	982	149	149
Périmètre de la dalle	650	650	984	984
Centre de la dalle	735	735	809	809
Portes	182	182	182	182
Fenêtres (total)	6667	6667	5142	5142
Sud-est	0	0	0	0
Nord-est	3207	3207	2473	2473
Nord-ouest	0	0	0	0
Sud-ouest	3461	3461	2668	2668
Sous-total	12703	12703	9849	9849

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	4815	4815	4815	4815
Ventilation intermittente	464	464	464	464
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	3917	1231	0

Pertes totales (kWh/an)	17983	21899	16360	15129
-------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	6150	6150	6150	6293	6293	6293	6009	6009	6009	5973	5973	5973
Gains solaires utilisables	3189	3104	3147	3580	3455	3517	2967	2875	2921	2827	2742	2785

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	8643	8728	8686	12026	12151	12089	7384	7476	7430	6329	6414	6371
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	570	576	573	794	802	798	487	493	490	418	423	420

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
	Toit	0	209
Murs principaux hors-sol	0	428	428
Murs de fondation hors-sol	0	237	237
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	29	29
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	832	832
Périmètre de la dalle	0	-334	-334
Centre de la dalle	0	-74	-74
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	1526	1526
Sud-est	0	0	0
Nord-est	0	733	733
Nord-ouest	0	0	0
Sud-ouest	0	792	792
Sous-total	0	2854	2854

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-3917	2686	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-3917	5539	2854
---------------------------------------	-------	------	------

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-143	-143	-143	284	284	284	177	177	177
Gains solaires utilisables	-390	-351	-371	613	580	597	362	362	362

Economie d'énergie annuelle (kWh/an)	-3383	-3422	-3403	4643	4675	4659	2315	2315	2315
Economie d'énergie annuelle (\$/an)	-223	-226	-225	306	309	307	153	153	153

TYPE DE MAISON: Maison en rangée

LOCALITÉ: Québec

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Dépense thermique (kWh/an)				
Toit	927	927	765	765
Murs principaux hors-sol	1864	1864	1459	1459
Murs de fondation hors-sol	727	727	467	467
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	204	204	171	171
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	1091	1091	166	166
Périmètre de la dalle	722	722	1093	1093
Centre de la dalle	817	817	899	899
Portes	199	199	199	199
Fenêtres (total)	7286	7286	5618	5618
Sud-est	0	0	0	0
Nord-est	3504	3504	2702	2702
Nord-ouest	0	0	0	0
Sud-ouest	3782	3782	2916	2916
Sous-total	13836	13836	10836	10836

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	5503	5503	5503	5503
Ventilation intermittente	493	493	493	493
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	4312	1378	0

Pertes totales (kWh/an)	19832	24143	18210	16832
--------------------------------	-------	-------	-------	-------

Gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	6739	6739	6739	6922	6922	6922	6615	6615	6615	6554	6554	6554
Gains solaires utilisables	3598	3501	3549	3939	3855	3897	3386	3297	3342	3224	3131	3178

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	9495	9592	9543	13282	13366	13324	8209	8298	8254	7053	7147	7100
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	627	633	630	877	882	879	542	548	545	466	472	469

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des dépenses thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
	Toit	0	162
Murs principaux hors-sol	0	405	405
Murs de fondation hors-sol	0	260	260
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	33	33
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	925	925
Périmètre de la dalle	0	-371	-371
Centre de la dalle	0	-82	-82
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	1668	1668
Sud-est	0	0	0
Nord-est	0	802	802
Nord-ouest	0	0	0
Sud-ouest	0	866	866
Sous-total	0	2999	2999

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-4312	2934	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-4312	5933	2999
--	-------	------	------

Var. des gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-183	-183	-183	307	307	307	185	185	185
Gains solaires utilisables	-341	-354	-348	553	558	555	374	369	372

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-3788	-3774	-3781	5073	5068	5071	2441	2445	2443
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-250	-249	-250	335	334	335	161	161	161

TYPE DE MAISON: Maison en rangée
LOCALITÉ: Chicoutimi

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Déperditions thermiques (kWh/an)				
Toit	1072	1072	885	885
Murs principaux hors-sol	2087	2087	1634	1634
Murs de fondation hors-sol	812	812	521	521
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	230	230	193	193
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	1231	1231	187	187
Périmètre de la dalle	815	815	1232	1232
Centre de la dalle	921	921	1013	1013
Portes	221	221	221	221
Fenêtres (total)	8116	8116	6256	6256
Sud-est	0	0	0	0
Nord-est	3903	3903	3009	3009
Nord-ouest	0	0	0	0
Sud-ouest	4213	4213	3247	3247
Sous-total	15505	15505	12141	12141

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	6345	6345	6345	6345
Ventilation intermittente	548	548	548	548
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	4812	1609	0
Pertes totales (kWh/an)	22398	27209	20642	19033

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	7012	7012	7012	7207	7207	7207	6905	6905	6905	6834	6834	6834
Gains solaires utilisables	3788	3720	3754	4175	4167	4171	3613	3508	3560	3457	3376	3417

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	11598	11666	11632	15828	15836	15832	10124	10229	10176	8742	8823	8782
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	765	770	768	1045	1045	1045	668	675	672	577	582	580

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)			CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)			CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)		
	Toit	0			187			187	
Murs principaux hors-sol	0			453			453		
Murs de fondation hors-sol	0			292			292		
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0			37			37		
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0			1044			1044		
Périmètre de la dalle	0			-417			-417		
Centre de la dalle	0			-92			-92		
Portes	0			0			0		
Fenêtres (total)	0			1860			1860		
Sud-est	0			0			0		
Nord-est	0			894			894		
Nord-ouest	0			0			0		
Sud-ouest	0			966			966		
Sous-total	0			3364			3364		

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-4812	3203	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-4812	6567	3364
--	--------------	-------------	-------------

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-195	-195	-195	302	302	302	177	177	177
Gains solaires utilisables	-387	-447	-417	562	659	610	331	344	337

Economie d'énergie annuelle (kWh/an)	-4230	-4170	-4200	5704	5607	5655	2856	2843	2850
Economie d'énergie annuelle (\$/an)	-279	-275	-277	376	370	373	188	188	188

TYPE DE MAISON: Multifamiliale, 3 étages (6 unités de condo.)

LOCALITÉ: Montréal

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

Déperditions thermiques (kWh/an)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Toit	3385	3385	2582	2582
Murs principaux hors-sol	8425	8425	6370	6370
Murs de fondation hors-sol	2596	2596	1970	1970
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	1049	1049	875	875
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	1324	1324	200	200
Périmètre de la dalle	3545	3545	5289	5289
Centre de la dalle	3942	3942	4310	4310
Portes	0	0	0	0
Fenêtres (total)	45738	45738	35536	35536
Sud-est	3710	3710	2952	2952
Nord-est	17605	17605	13476	13476
Nord-ouest	3710	3710	2952	2952
Sud-ouest	20713	20713	16158	16158
Sous-total	70005	70005	57133	57133

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	24211	24211	24211	24211
Ventilation intermittente	2517	2517	2517	2517
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	15881	6333	0
Pertes totales (kWh/an)	96733	112613	90193	83860

Gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	31732	31776	31754	32519	32561	32540	30664	30710	30687	30175	30225	30200
Gains solaires utilisables	24659	23825	24242	26167	25180	25673	22015	21333	21674	21341	20696	21018

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	40342	41132	40737	53927	54873	54400	37514	38151	37832	32344	32939	32642
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	2663	2715	2689	3559	3622	3590	2476	2518	2497	2135	2174	2154

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4)
	(avec Loi EE, sans récup.)	(i.e. avec vent. centrale)	(i.e. sans vent. centrale)

Toit	0	803	803
Murs principaux hors-sol	0	2055	2055
Murs de fondation hors-sol	0	626	626
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	175	175
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	1124	1124
Périmètre de la dalle	0	-1743	-1743
Centre de la dalle	0	-369	-369
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	10202	10202
Sud-est	0	759	759
Nord-est	0	4129	4129
Nord-ouest	0	759	759
Sud-ouest	0	4555	4555
Sous-total	0	12872	12872

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-15881	9548	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-15881	22420	12872
---------------------------------------	--------	-------	-------

Var. des gains (kWh/an)

	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-788	-785	-786	1855	1851	1853	1557	1551	1554
Gains solaires utilisables	-1508	-1355	-1431	4152	3847	4000	3318	3129	3224

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-13585	-13741	-13663	16413	16722	16568	7998	8192	8095
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-897	-907	-902	1083	1104	1093	528	541	534

TYPE DE MAISON: Multifamiliale, 3 étages (6 unités de condo.)
LOCALITÉ: Hull

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

Déperditions thermiques (kWh/an)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Toit	3523	3523	2688	2688
Murs principaux hors-sol	8686	8686	6568	6568
Murs de fondation hors-sol	2678	2678	2032	2032
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	882	882	736	736
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	1113	1113	168	168
Périmètre de la dalle	2981	2981	4450	4450
Centre de la dalle	3315	3315	3628	3628
Portes	0	0	0	0
Fenêtres (total)	47121	47121	36610	36610
Sud-est	3823	3823	3041	3041
Nord-est	18137	18137	13883	13883
Nord-ouest	3823	3823	3041	3041
Sud-ouest	21339	21339	16646	16646
Sous-total	70300	70300	56879	56879

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	24483	24483	24483	24483
Ventilation intermittente	2587	2587	2587	2587
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	16362	6552	0

Pertes totales (kWh/an)	97370	113732	90500	83948
-------------------------	-------	--------	-------	-------

Gains (kWh/an)

Gains (kWh/an)	Ori. 1			Ori. 2			Moy.					
	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.			
Gains internes utilisables	32055	32100	32077	32885	32926	32906	30952	31000	30976	30437	30489	30463
Gains solaires utilisables	25788	24769	25279	27448	26318	26883	23094	22179	22636	22331	21455	21893

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	39527	40501	40014	53398	54487	53943	36455	37322	36888	31181	32004	31593
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	2609	2673	2641	3524	3596	3560	2406	2463	2435	2058	2112	2085

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
	Toit	0	836
Murs principaux hors-sol	0	2119	2119
Murs de fondation hors-sol	0	645	645
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	147	147
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	945	945
Périmètre de la dalle	0	-1468	-1468
Centre de la dalle	0	-312	-312
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	10510	10510
Sud-est	0	782	782
Nord-est	0	4254	4254
Nord-ouest	0	782	782
Sud-ouest	0	4693	4693
Sous-total	0	13421	13421

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-16362	9810	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-16362	23231	13421
---------------------------------------	--------	-------	-------

Var. des gains (kWh/an)

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1			Ori. 2			Moy.		
	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-830	-827	-828	1933	1926	1930	1618	1610	1614
Gains solaires utilisables	-1661	-1549	-1605	4354	4139	4247	3457	3315	3386

Économie d'énergie annuelle (kWh/an)	-13871	-13987	-13929	16944	17166	17055	8346	8496	8421
Économie d'énergie annuelle (\$/an)	-916	-923	-919	1118	1133	1126	551	561	556

TYPE DE MAISON: Multifamiliale, 3 étages (6 unités de condo.)

LOCALITÉ: Québec

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

Déperditions thermiques (kWh/an)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Toit	3697	3697	3052	3052
Murs principaux hors-sol	9224	9224	7222	7222
Murs de fondation hors-sol	2784	2784	2189	2189
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	962	962	803	803
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	1214	1214	184	184
Périmètre de la dalle	3250	3250	4858	4858
Centre de la dalle	3614	3614	3959	3959
Portes	0	0	0	0
Fenêtres (total)	51239	51239	39811	39811
Sud-est	4157	4157	3307	3307
Nord-est	19722	19722	15096	15096
Nord-ouest	4157	4157	3307	3307
Sud-ouest	23204	23204	18101	18101
Sous-total	75984	75984	62077	62077

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	27961	27961	27961	27961
Ventilation intermittente	2773	2773	2773	2773
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	18065	7315	0

Pertes totales (kWh/an)	106719	124784	100127	92812
-------------------------	--------	--------	--------	-------

Gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	34819	34893	34856	35669	35737	35703	34160	34219	34189	33621	33688	33655
Gains solaires utilisables	28565	27462	28014	30447	29234	29840	27033	25992	26513	26211	25207	25709

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	43335	44363	43849	58668	59813	59241	38934	39916	39425	32980	33917	33449
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	2860	2928	2894	3872	3948	3910	2570	2634	2602	2177	2239	2208

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)	CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)	CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)
---	--	--	--

Toit	0	645	645
Murs principaux hors-sol	0	2002	2002
Murs de fondation hors-sol	0	596	596
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	159	159
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	1030	1030
Périmètre de la dalle	0	-1607	-1607
Centre de la dalle	0	-345	-345
Portes	0	0	0
Fenêtres (total)	0	11427	11427
Sud-est	0	850	850
Nord-est	0	4625	4625
Nord-ouest	0	850	850
Sud-ouest	0	5102	5102
Sous-total	0	13907	13907

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-18065	10750	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-18065	24657	13907
---------------------------------------	--------	-------	-------

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-850	-844	-847	1509	1518	1514	1198	1205	1202
Gains solaires utilisables	-1882	-1772	-1827	3414	3242	3328	2354	2256	2305

Economie d'énergie annuelle (kWh/an)	-15333	-15450	-15391	19734	19897	19815	10355	10446	10401
Economie d'énergie annuelle (\$/an)	-1012	-1020	-1016	1302	1313	1308	683	689	686

TYPE DE MAISON: Multifamiliale, 3 étages (6 unités de condo.)
LOCALITÉ: Chicoutimi

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

Déperditions thermiques (kWh/an)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Loi EE ET CNB-90 (sans ventil. centr.)	Loi EE ET CNB-95 (avec ventil. centr. sans récup.)	CNEH ET CNB-95 (avec VRC)	CNEH ET CNB-90 (sans ventil. centr.)
Toit	4276	4276	3530	3530
Murs principaux hors-sol	10331	10331	8088	8088
Murs de fondation hors-sol	3072	3072	2414	2414
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	1068	1068	893	893
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	1348	1348	204	204
Périmètre de la dalle	3608	3608	5396	5396
Centre de la dalle	4011	4011	4397	4397
Portes	0	0	0	0
Fenêtres (total)	56877	56877	44184	44184
Sud-est	4614	4614	3670	3670
Nord-est	21892	21892	16755	16755
Nord-ouest	4614	4614	3670	3670
Sud-ouest	25757	25757	20090	20090
Sous-total	84593	84593	69105	69105

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	32233	32233	32233	32233
Ventilation intermittente	3126	3126	3126	3126
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	0	20179	8430	0

Pertes totales (kWh/an)	119952	140131	112894	104464
-------------------------	--------	--------	--------	--------

Gains (kWh/an)

Gains (kWh/an)	Ori. 1			Ori. 2			Moy.			Moy.		
	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	36962	37018	36990	37944	37998	37971	36312	36368	36340	35736	35797	35767
Gains solaires utilisables	29432	29047	29240	31297	30645	30971	28415	27481	27948	27467	26493	26980

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	53557	53887	53722	70890	71487	71188	48167	49046	48607	41261	42174	41717
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	3535	3557	3546	4679	4718	4698	3179	3237	3208	2723	2784	2753

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

B) ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ANNUELLE

Var. des déperditions thermiques (kWh/an)	Impact exig. vent. du CNB95 (1)-(2) (avec Loi EE, sans récup.)			CNEH vs Loi EE avec CNB95 (2)-(3) (i.e. avec vent. centrale)			CNEH vs Loi EE avec CNB90 (1)-(4) (i.e. sans vent. centrale)		
	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Toit	0	0	0	746	746	746	746	746	746
Murs principaux hors-sol	0	0	0	2243	2243	2243	2243	2243	2243
Murs de fondation hors-sol	0	0	0	659	659	659	659	659	659
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	0	0	0	176	176	176	176	176	176
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	0	0	0	1144	1144	1144	1144	1144	1144
Périmètre de la dalle	0	0	0	-1787	-1787	-1787	-1787	-1787	-1787
Centre de la dalle	0	0	0	-386	-386	-386	-386	-386	-386
Portes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fenêtres (total)	0	0	0	12693	12693	12693	12693	12693	12693
Sud-est	0	0	0	944	944	944	944	944	944
Nord-est	0	0	0	5138	5138	5138	5138	5138	5138
Nord-ouest	0	0	0	944	944	944	944	944	944
Sud-ouest	0	0	0	5667	5667	5667	5667	5667	5667
Sous-total	0	0	0	15488	15488	15488	15488	15488	15488

Var. des fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cah)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilation intermittente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	-20179	-20179	-20179	11749	11749	11749	0	0	0

Réduction des pertes totales (kWh/an)	-20179	-20179	-20179	27236	27236	27236	15488	15488	15488
---------------------------------------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Var. des gains (kWh/an)

Var. des gains (kWh/an)	Ori. 1			Ori. 2			Moy.		
	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.	Ori. 1	Ori. 2	Moy.
Gains internes utilisables	-982	-981	-981	1633	1631	1632	1226	1221	1224
Gains solaires utilisables	-1864	-1598	-1731	2881	3165	3023	1965	2554	2260

Economie d'énergie annuelle (kWh/an)	-17332	-17601	-17466	22722	22441	22582	12297	11712	12004
Economie d'énergie annuelle (\$/an)	-1144	-1162	-1153	1500	1481	1490	812	773	792

ÉCONOMIES CUMULATIVES POUR L'ENSEMBLE DES LOGEMENTS DANS CHACUNE DES RÉGIONS CLIMATIQUES (\$/RÉGION) EN FONCTION DES EXIGENCES DIFFÉRENTIELLES

RÉÉNB + CNB-95 Versus RÉÉNB + CNB-90

RÉGION	ANNÉE	TYPE DE MAISON					TOTAL POUR LA RÉGION
		Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En Rangée 2 étages	Multi-familiale	
A	2000	- 1 293 501	- 732 195	- 438 813	- 323 253	- 1 040 761	- 3 828 523
	2005	-27 988 515	-15 845 522	- 9 485 685	- 6 965 154	-23 361 699	- 83 646 575
	2010	-83 928 204	-47 516 429	-28 434 978	-21 078 918	-74 938 720	-255 897 250
B	2000	- 861 085	- 496 846	- 294 545	- 221 176	- 709 512	- 2 583 165
	2005	-18 632 656	-10 750 432	- 6 365 180	- 4 764 232	-15 926 805	- 56 439 305
	2010	-55 874 009	-32 235 967	-19 078 474	-14 265 367	-51 090 081	-172 543 898
C	2000	- 12 208	- 7 497	- 23 940			- 44 145
	2005	- 274 987	- 162 288	- 533 059			- 970 339
	2010	- 824 608	- 485 100	-1 669 416			- 2 979 124

CNÉH+CNB-95 Versus RÉÉNB + CNB-90

RÉGION	ANNÉE	TYPE DE MAISON					TOTAL POUR LA RÉGION
		Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En Rangée 2 étages	Multi-familiale	
A	2000	3 188 922	1 615 368	827 112	451 381	1 262 572	7 345 355
	2005	69 001 253	34 958 356	17 879 433	9 725 945	28 340 634	159 905 622
	2010	206 911 704	104 830 645	53 596 686	29 434 008	90 909 947	485 682 989
B	2000	1 987 974	1 023 928	526 446	296 692	914 192	4 749 231
	2005	43 016 922	22 155 108	11 376 591	6 390 860	20 521 370	103 460 851
	2010	128 995 455	66 433 736	34 099 267	19 135 923	65 828 546	314 492 927
C	2000	24 876	13 056	34 500			74 432
	2005	538 289	282 624	768 200			1 589 113
	2010	1 614 176	844 800	2 405 800			4 864 776

CNÉH + CNB-90 Versus RÉÉNB + CNB-90

RÉGION	ANNÉE	TYPE DE MAISON					TOTAL POUR LA RÉGION
		Unifamiliale isolée 1 étage	Unifamiliale isolée 2 étages	Unifamiliale jumelée 2 étages	En Rangée 2 étages	Multi-familiale	
A	2000	2 297 328	1 102 511	519 789	226 937	617 524	4 764 088
	2005	49 709 122	23 859 566	11 236 119	4 889 822	13 861 396	103 556 025
	2010	149 061 046	71 548 378	33 682 206	14 798 261	44 464 028	313 553 919
B	2000	1 403 058	681 015	325 298	144 102	480 896	3 034 370
	2005	30 360 174	14 735 377	7 029 758	3 104 026	10 794 937	66 024 272
	2010	91 041 485	44 185 122	21 070 426	9 294 272	34 628 048	200 219 353
C	2000	17 028	8 313	19 320			44 661
	2005	368 467	179 952	430 192			978 611
	2010	1 104 928	537 900	1 347 248			2 990 076

ANNEXE "D"VENTILATION MÉCANIQUE DES HABITATIONS1. ÉMISSION D'HUMIDITÉ

Le taux de génération d'humidité dans les bâtiments dépend d'une part de la nature des matériaux de construction et d'autre part de la nature des activités domestiques.

1.1 MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

La mise en oeuvre de la plupart des éléments de l'enveloppe du bâtiment et des divisions intérieures requiert la présence d'eau, il en est ainsi de la maçonnerie de briques ou de blocs, le bétonnage et la finition des joints de placoplâtre. D'autres matériaux comme le bois de charpente sont installés et recouverts avant d'avoir atteint leur condition d'équilibre hygrométrique.

Bien que l'évaporation de l'eau libre en surface de ces matériaux hygroscopiques intervient rapidement, il en est tout autrement pour l'eau qui se trouve dans les pores importants de ces matériaux. Cette phase de l'assèchement des matériaux de construction peut s'échelonner jusqu'à 2 ou 3 ans.

1.2 ACTIVITÉS DOMESTIQUES

Dans les logements, les sources d'humidité incluent: la préparation des repas et la vaisselle, le lavage des sols et des vêtements, la transpiration et la respiration des plantes et des occupants, et, finalement les besoins sanitaires tels que douche et bains. Le tableau D-1 donne le taux de génération d'humidité des activités domestiques courantes.

TABLEAU D-1: PRODUCTION MOYENNE D'HUMIDITÉ DES ACTIVITÉS DOMESTIQUES*

ACTIVITÉ	TAUX DE PRODUCTION D'HUMIDITÉ
Habitants	
assoupis	40 g/h/personne
actifs	55 g/h/personne
Cuisson des repas	
cuisinière électrique	2000 g/jour
cuisinière au gaz	3000 g/jour
Vaisselle	400 g/jour
Lessive des vêtements	500 g/jour
Bain	50 g/jour
Douche	230 g/douche
Plantes (arrosage et respiration)	840 g/jour
Bouilloire	1650 g/h
Lavage de sol / m ²	150 g/m ²
Evier plein d'eau chaude	150 g/h

* Référence: "Les défauts de la construction" Lyall Addleson, 3^{ème} édition

Le taux de production d'humidité indiqué pour chacune des activités est une valeur moyenne. L'appréciation de la production de vapeur pour une application donnée peut être très variable.

2. CALCUL DU TAUX DE VENTILATION MÉCANIQUE REQUIS

L'humidité à l'intérieur d'un local ventilé résulte de l'équilibre entre la production de vapeur à l'intérieur du local et le débit de ventilation. Cette ventilation consiste à faire pénétrer de l'air extérieur qui ne contient en hiver qu'une faible quantité de vapeur d'eau. Cet air en s'échauffant, a la possibilité de se charger d'une certaine quantité de vapeur d'eau et donc de rejeter ensuite vers l'extérieur une partie de la vapeur produite dans le local.

Le taux de ventilation global (V_{GLO}) requis en période hivernale (voir article 4) est de 18 L/s. Ce débit d'air représente la somme du taux de ventilation mécanique (V_{MEC}) du taux d'infiltration d'air (V_{INF}) et du taux de ventilation provenant des ventilateurs de la sècheuse et de la hotte de cuisine (V_{EXT}).

$$V_{GLO} = V_{MEC} + V_{INF} + V_{EXT}$$

Le taux d'infiltration d'air (V_{INF}) est fonction de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment. En considérant que l'aire de fuite normalisée est de $2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ (art. 3.2.4.1.3 du CNÉH) ceci correspond approximativement à un taux de 4.3 changements d'air par heure sous une pression différentielle de 50 Pa. Le taux d'infiltration d'air (V_{INF}) réel peut être obtenu en divisant par 20 le taux de changement d'air précité, i.e., $4.3/20 = 0.215 \text{ CA/h}$ ou "27 L/s" pour une maison résidentielle dont le volume est de 450 m^3 .

Le taux de ventilation (V_{EXT}) provenant des ventilateurs d'extraction supplémentaires (sècheuse + hotte de cuisinière) est évalué à partir du débit volumétrique de ces appareils et de leur temps d'opération respectifs. L'expression ci-dessous permet d'estimer ce taux de ventilation sur une base de 24 heures.

Sècheuse: Débit volumétrique = 50 L/s
Temps d'opération/jour = 40 min/jour

Hotte de la cuisinière: Débit volumétrique = 75 L/s
Temps d'opération/jour = 20 min/jour

$$V_{EXT} = \frac{50 \times 60 \times 40 + 75 \times 60 \times 20}{24 \times 60 \times 60} = 2.43 \text{ L/s}$$

En reprenant l'expression initiale, on trouve:

$$V_{GLO} = V_{MEC} + V_{INF} + V_{EXT}$$

$$18 \text{ L/s} = V_{MEC} + 27 \text{ L/s} + 2.43 \text{ L/s}$$

L'analyse des valeurs contenues dans l'équation finale permet de conclure les points suivants:

- a) Le débit d'air d'infiltration moyen (V_{INF}) durant la période hivernale est plus que suffisant pour maintenir les conditions intérieures désirées;
- b) L'aire de fuite normalisée permise par le CNÉH fait en sorte que pour les conditions moyennes et extrêmes, il n'y aura aucun besoin du système de ventilation mécanique. Ceci implique que le système de ventilation mécanique sera hors d'usage pour la majorité de la période hivernale.
- c) La seule façon de rendre nécessaire la ventilation mécanique est de réduire le taux de changement d'air par infiltration à une valeur beaucoup plus petite. Ainsi, l'amélioration de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe architecturale des maisons à une valeur égale à 1.5 CA/h sous une pression différentielle de 50 Pa (maisons R-2000) aura pour effet de réduire V_{INF} à 9.4 L/s, d'où la nécessité dans un tel cas d'avoir un système de ventilation mécanique qui devra fournir 6.17 L/s sur une base quotidienne.
- d) Etant donné que la capacité nominale du ventilateur extracteur principal (CNB 1995 et CNÉH) doit être de l'ordre de 30 L/s, alors que les besoins moyens sont de l'ordre de 6.17 L/s (maisons R-2000), ceci implique que le temps moyen de fonctionnement du VRC sera de l'ordre de 20%.

3. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

- La nécessité d'installer un système de ventilation mécanique (CNB 1995) et d'un récupérateur de chaleur (CNÉH) est intimement liée à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe des maisons. L'exigence actuelle du CNÉH concernant l'étanchéité à l'air (aire de fuite normalisée de 2 cm²/m² ou 4.3 CA/h @ 50 Pa) n'est pas assez restrictive pour justifier l'achat ou l'investissement d'un système de ventilation avec ou sans récupération de chaleur.
- La seule façon de rendre nécessaire la ventilation mécanique est d'améliorer et d'assurer l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment. Ici encore, nous recommandons que l'enveloppe d'une maison satisfasse l'exigence de 1.5 CA/h à 50 Pa quand elle est mise à l'essai conformément à la norme 149.10 de l'ONGC.
- Pour justifier l'achat d'un récupérateur de chaleur, il faudra réduire encore plus les fuites d'air à travers l'enveloppe du bâtiment de sorte que le temps moyen de fonctionnement du VRC soit plus près de 50%. Le calcul détaillé des économies d'énergie pour chaque type de maisons devrait corroborer cet énoncé.

4. CALCUL DU TAUX DE VENTILATION GLOBAL REQUIS EN PÉRIODE HIVERNALE (V_{GLO})

4.1 DONNÉES

- Nombre de personne/logement = 2.8

- Propriétés de l'air intérieur (hiver):
 $T = 22^{\circ}\text{C}$, $\text{HR} = 30\%$, teneur en eau de l'air (W_s) = 4.9 g $\text{H}_2\text{O}/\text{kg}$ air sec.
- Propriétés de l'air extérieur (moyenne pour l'hiver):
 $T = 0^{\circ}\text{C}$, $\text{HR} = 50\%$, teneur en eau de l'air (W_s) = 2.5 g $\text{H}_2\text{O}/\text{kg}$ air sec.
- Période d'occupation moyenne = 16 h/jour

4.2 CALCUL DE LA PRODUCTION MOYENNE D'HUMIDITÉ DES ACTIVITÉS DOMESTIQUES

- Respiration et transpiration des personnes:

$$= 2.8 \text{ pers} \times \frac{40 \text{ g}}{\text{h-pers}} \times \frac{16 \text{ h}}{\text{jour}} = 1792 \text{ g/jour}$$
- Douches

$$= 2.8 \frac{\text{douches}}{\text{jour}} \times 230 \frac{\text{g}}{\text{douche}} = 644 \text{ g/jour}$$
- Cuisson des repas

En considérant que la hotte de la cuisinière capte une très grande partie ($\approx 85\%$) de la vapeur d'eau, la quantité résultante de vapeur d'eau qui provient de cette activité sera

$$= 2000 \text{ g/jour} \times 15\% = 300 \text{ g/jour}$$

- Lavage du linge = 500 g/jour
- Lavage de la vaisselle = 400 g/jour
- Plantes, lavage de sol, etc... = 840 g/jour

* Production totale d'humidité/jour = 4476 g/jour

4.3 TAUX DE VENTILATION GLOBAL MOYEN (BASE = 24 HEURES)

En considérant un régime permanent et le maintien des propriétés de l'air en fonction du temps, le taux de ventilation global moyen est donné par l'expression suivante:

$$4476 \frac{\text{g}}{\text{jour}} = M_{\text{air sec}} \frac{(\text{kg air sec})}{\text{jour}} (4.9 - 2.5) \frac{\text{g H}_2\text{O}}{\text{kg air sec}}$$

$$M_{\text{air sec}} = 1865 \text{ kg air sec/jour}$$

Pour de l'air standard, le débit volumétrique d'air devient

$$V_{\text{air sec}} = 1865 \frac{\text{kg air sec}}{\text{jour}} \times \frac{\text{jour}}{24 \times 60 \times 60 \text{ s}} \times \frac{\text{m}^3}{1.2 \text{ kg air sec}} \times \frac{10^3 \text{ L}}{\text{m}^3}$$

$$* \quad \underline{V_{\text{air std}} = 18 \text{ L/s}}$$

Remarques:

- Durant les périodes très froides de l'hiver $T < -20^{\circ}\text{C}$, le taux de ventilation global moyen sera moindre puisque la teneur en eau de l'air extérieur deviendra voisine de zéro. Dans ce cas, le débit d'air deviendra égal à 9 L/s.
- Durant les périodes humides et tempérées de l'automne et du printemps, i.e. lorsque la teneur en eau de l'air extérieur devient plus grande que celle de l'air intérieur, le maintien du taux de ventilation aura pour effet d'augmenter l'humidité relative de l'air intérieur.

ANNEXE "E"

CORRÉLATION ENTRE LA QUALITÉ DE L'AIR ET LA PRÉSENCE D'HUMIDITÉ DANS L'HABITAT EN PÉRIODE D'OCCUPATION

1. INTRODUCTION

Le système de ventilation d'un logement doit, d'une part assurer le maintien de la qualité de l'air (limiter sa teneur en polluants), d'autre part préserver le bâti, c'est-à-dire éviter les condensations persistantes et le stockage excessif d'humidité dans les matériaux présents.

La réglementation (RÉÉNB) et les codes canadiens actuels (CNB 1995 et CNÉH) base le pilotage de la ventilation souvent à partir d'un seul critère, soit l'humidité relative de l'air ambiant intérieur. La question qui se pose est donc: "Est-ce qu'il y a corrélation entre la concentration des divers contaminants et les risques de condensation ou d'humidité excessive dans l'habitat". Dans le cas où la réponse est affirmative, le contrôle d'une variable comme l'humidité relative permettra aussi de maintenir la qualité de l'air à un niveau acceptable. Par contre, si la réponse est négative, le contrôle de l'humidité relative n'implique pas que l'air ambiant soit sain.

Cette partie du document tentera donc d'examiner la pertinence d'un pilotage de la ventilation à partir d'un seul critère, soit l'humidité relative.

2. CONDENSATION ET INDICE DE QUALITÉ DE L'AIR

2.1 PIÈCES DE SERVICE

Dans une cuisine équipée d'une cuisinière électrique, l'indice de qualité de l'air est intimement lié au risque de condensation. Par contre, lorsque la cuisine est équipée d'un four à gaz et d'une cuisinière à gaz, cette pièce présente les plus forts risques de condensation.

Dans la salle de bain on observe une prédominance des risques de condensation sur les parois vitrées, alors que la qualité de l'air intérieur est satisfaisante.

2.2 PIÈCES PRINCIPALES

En présence de fumeurs, un niveau de pollution inacceptable peut être observé dans la salle de séjour, sans pour autant présenter des risques de condensation. En effet, une pollution spécifique accroît la non-dépendance entre risques de condensation et indice de qualité de l'air.

Dans les chambres à coucher, la dépendance entre risques de condensation et indice de qualité de l'air est forte.

2.3 CLIMAT

L'influence des conditions climatiques extérieures est importante sur les risques de condensation, et à l'inverse négligeable sur l'indice de qualité de l'air. Ce constat souligne l'indépendance de l'humidité relative et de la pollution gazeuse.

3. CONCLUSIONS

La corrélation entre les risques de condensation et l'indice global de qualité de l'air étant faible, il résulte que l'asservissement de la ventilation à un seul critère (humidité relative) s'avère insuffisant pour maintenir une qualité des ambiances intérieures satisfaisante.

- La ventilation hygroréglable (humidistat) est d'autant plus efficace que le climat est froid et sec. En période climatique douce et humide, son potentiel de contrôle l'humidité relative intérieure est de faible à nul.

ANNEXE "F"VENTILATEUR RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR (VRC)**1. INTRODUCTION**

Tel que calculé suivant les exigences du CNB 1995, la capacité nominale du ventilateur extracteur principal et/ou du récupérateur de chaleur est de l'ordre de 30 L/s pour les différents types de maisons unifamiliales.

2. LES "VRC" DISPONIBLES AU QUÉBEC

La liste des "VRC" accrédités par l'association "Home Ventilating Institute (HVI)" et disponibles au Québec révèle que le nombre de produits qui satisfont les exigences de débit volumétrique aussi petit que 30 L/s est faible. La plupart des appareils disponibles sur le marché québécois opèrent à un débit supérieur à 50 L/s.

Les seuls "VRC" qui satisfont le débit volumétrique requis de 30 L/s à des températures d'alimentation de 0°C et de -25°C sont:

- Le modèle "Van EE 1000 VLD" de "Conservation Energy Systems Inc."
- Le modèle "HRV 3055" de "Venmar Ventilation Inc."
- Le modèle "Flair HRV 3055 Compact HE" de "Venmar Ventilation Inc."
- Le modèle "1601500" de "Venmar Ventilation Inc."
- Le modèle "CH 30110" de "Venmar Ventilation Inc."
- Le modèle "PRO 400" de "Venmar Ventilation Inc."

Parmi les "VRC" précités qui ont subi l'essai à une température d'alimentation de l'air de -40°C, deux "VRC" sont listés, soient: les modèles "HRV 3055" et "CH 30110" de "Venmar Ventilation Inc."

3. LES "VRC" REQUIS AU QUÉBEC

Les maisons construites dans les localités de la zone C du CNÉH requièrent un "VRC" ayant démontré une efficacité de récupération de la chaleur sensible égale ou supérieure à 45% pour une température d'essai de l'air extérieur de -40°C.

Les maisons construites dans les localités des régions A et B du CNÉH requièrent un "VRC" ayant démontré une efficacité de récupération de la chaleur sensible égale ou supérieure à 55% pour une température d'essai de l'air extérieur de -25°C.

4. CONCLUSIONS

- Sept (7) "VRC" sont disponibles pour les maisons construites dans les zones A et B du CNÉH. Parmi ces sept "VRC", 6 sont fabriqués par "Venmar Ventilation Inc.", l'autre est fabriqué par "Conservation Energy Systems Inc."
- Seulement deux (2) "VRC" sont disponibles pour les maisons construites dans la zone C du CNÉH. Ces deux "VRC" sont fabriqués par "Venmar Ventilation Inc."

CODE 95 ET PRATIQUE COURANTE (ventilation centrale continue)

LOCALITÉ: Montréal

A) CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE

	Unifamiliale isolée, 1 étage	Unifamiliale isolée, 2 étages	Unifamiliale jumelée, 2 étages	Maison en rangée	Multifamiliale, 3 étages
Déperditifs thermiques (kWh/an)					
Toit	1619	987	809	785	3133
Murs principaux hors-sol	3156	5460	3748	1624	8036
Murs de fondation hors-sol	2598	1648	1081	654	2458
Murs sous le sol, 0 à 0,6 m	1013	859	557	273	1283
Murs sous le sol, en bas de 0,6 m	916	937	633	255	282
Périmètre de la dalle	2641	2299	2040	1137	5073
Centre de la dalle	1529	949	726	977	4299
Portes	211	370	306	176	0
Fenêtres (total)	8338	8693	7645	6470	45738
Sud-est	970	828	0	0	3710
Nord-est	2661	2015	3249	3111	17605
Nord-ouest	876	1426	746	0	3710
Sud-ouest	3830	4423	3649	3358	20713
Sous-total	22020	22201	17545	12352	70303

Fuites d'air et ventilation (kWh/an)

Fuites d'air (3,57 cal)	4325	6171	5245	4768	24211
Ventilation intermittente	446	442	442	446	2517
Ventilation centrale continue (incl. puissance non récup.)	3417	4187	3802	3802	15881

Pertes totales (kWh/an)	30208	33001	27034	21368	112912
--------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------

Gains (kWh/an)	Ori. 1			Ori. 2			Moy.			Ori. 1			Ori. 2			Moy.
	1	2	Moy.	1	2	Moy.	1	2	Moy.	1	2	Moy.	1	2	Moy.	
Gains internes utilisables	7312	7324	7318	8067	8031	8049	7209	7189	7199	6398	6398	6398	32627	32665	32665	
Gains solaires utilisables	5035	4600	4818	5313	4858	5085	4027	4206	4116	3490	3384	3437	26139	25103	25103	

Consommation d'énergie annuelle (kWh/an)	17861	18284	18072	19621	20112	19867	15798	15639	15718	11480	11586	11533	54146	55144	54146
Consommation d'énergie annuelle (\$/an)	1179	1207	1193	1295	1327	1311	1043	1032	1037	758	765	761	3574	3639	3639

Remarque: La consommation énergétique en MJ/an est obtenue en multipliant la valeur à l'étude en kWh/an par 3,6

ANNEXE "H"

TABLEAU #1							
CALCUL DE L'AUGMENTATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION SUPPLÉMENTAIRES INCLUANT LES TAXES ("CNÉH versus "RÉÉNB) ("CNB'90" et le "CNB '95")							
# 1- UNIFAMILIALE ISOLÉE, 1 ÉTAGE (BUNGALOW), 185,82 M ²							
Compositions	Différence RSI effective entre CNÉH, RÉÉNB et CNB95		\$/M ² pour la pose et les éléments de const. requis		Surface à isoler M ²	Augmentation des coûts de construction par région	
	A	B	A	B		A	B
FONDATION							
<i>Hors-sol</i>	1,12	1,12	11,54	11,27	41,53	479,26	468,04
<i>0,6 m sous le sol</i>	1,12	1,12	11,54	11,27	22,85	263,69	257,52
<i>Sous le 0,6 m</i>	2,89	2,89	24,03	23,47	28,34	681,01	665,14
MUR OPAQUE	1,00	0,89	16,10	15,72	84,38	1358,52	1326,45
TOITURE	1,74	1,28	2,40	2,35	103,23	247,75	242,59
FENETRE	0,03	0,03	30,00	30,00	21,41	642,30	642,30
CHAUFFAGE	Négligeable		0,00	0,00		0,00	0,00
VENTILATION	Selon CNB-90		0,00	0,00		0,00	0,00
VENTILATION	Selon CNÉH		500,00	500,00		500,00	500,00
PLAN ET DEVIS	Professionnels		171,00	171,00		171,00	171,00
TOTAL CNB-90						3843,53	3773,04
*TOTAL CNÉH et CNB-95						4343,53	4273,04

* Dans le cas où le CNB-95 est adopté dans son intégrité.

TABLEAU #2

**CALCUL DE L'AUGMENTATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION
SUPPLÉMENTAIRES INCLUANT LES TAXES
("CNÉH" versus "RÉÉNB")
("CNB '90" et le "CNB '95")**

2- UNIFAMILIALE ISOLÉE, 2 ÉTAGES, 187,41 M²

Compositions	Différence RSI effective entre CNÉH ET RÉÉNB et CNB 95		S/M ² pour la pose et les éléments de const. requis		Surface à isoler M ²	Augmentation des coûts de construction par région	
	A	B	A	B		A	B
FONDATION							
<i>Hors-sol</i>	1,12	1,12	11,54	11,27	26,29	303,39	296,29
<i>0,6 m sous le sol</i>	1,12	1,12	11,54	11,27	19,32	222,95	217,74
<i>Sous le 0,6 m</i>	2,89	2,89	24,03	23,47	28,98	696,39	680,16
MUR OPAQUE	1,00	0,89	16,10	15,72	146	2350,60	2295,12
TOITURE	1,74	1,28	2,4	2,35	62,96	151,10	147,96
FENÊTRE	0,03	0,03	30,00	30,00	21,67	650,10	650,10
CHAUFFAGE							
	Négligeable		0,00	0,00		0,00	0,00
VENTILATION							
	Selon CNB-90		0,00	0,00		0,00	0,00
	Selon CNÉH		500,00	500,00		500,00	500,00
PLAN ET DEVIS							
	Professionnels		171,00	171,00		171,00	171,00
TOTAL CNB-90						4545,53	4458,36
*TOTAL CNÉH et CNB-95						5045,53	4958,36

* Dans le cas où le CNB-95 est adopté dans son intégrité.

TABLEAU #3

**CALCUL DE L'AUGMENTATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION
SUPPLÉMENTAIRES INCLUANT LES TAXES
("CNÉH" versus "RÉÉNB")
("CNB '90" et le "CNB '95")**

3- UNIFAMILIALE JUMELÉE, 2 ÉTAGES, 155,40 M²

Compositions	Différence RSI effective entre CNÉH, RÉÉNB et CNB 95		S/M ² pour la pose et les éléments de const. requis		Surface à isoler M ²	Augmentation des coûts e construction par région	
	A	B	A	B		A	B
FONDATION							
<i>Hors-sol</i>	1,12	1,12	11,54	11,27	17,33	199,99	195,31
<i>0,6 m sous le sol</i>	1,12	1,12	11,54	11,27	12,61	145,52	142,11
<i>Sous le 0,6 m</i>	2,89	2,89	24,03	23,47	18,91	454,41	443,82
MUR OPAQUE	1,00	0,89	16,10	15,72	100,22	1613,54	1575,46
TOITURE	1,74	1,28	2,40	2,35	51,61	123,86	121,28
FENÊTRE	0,03	0,03	30,00	30,00	19,46	583,80	583,80
CHAUFFAGE	Négligeable		0,00	0,00		0,00	0,00
VENTILATION	Selon CNB-90		0,00	0,00		0,00	0,00
VENTILATION	Selon CNÉH		500,00	500,00		500,00	500,00
PLAN ET DEVIS	Professionels		171,00	171,00		171,00	171,00
TOTAL CNB-90						3292,12	3232,78
*TOTAL CNÉH et CNB-95						3792,12	3732,78

* Dans le cas ou le CNB-95 est adopté dans son intégrité.

TABLEAU #4

**CALCUL DE L'AUGMENTATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION
SUPPLÉMENTAIRES INCLUANT LES TAXES
("CNÉH" versus "RÉÉNB")
("CNB '90" et le "CNB '95")**

4- MAISON EN RANGÉE, 141,88 M²

Compositions	Différence RSI effective entre CNÉH, RÉÉNB et CNB 95		S/M ² pour la pose et les éléments de const. requis		Surface à isoler M ²	Augmentation des coûts de construction par région	
	A	B	A	B		A	B
FONDATION							
<i>Hors-sol</i>	1,12	1,12	11,54	11,27	10,41	120,13	117,32
<i>0,6 m sous le sol</i>	1,12	1,12	11,54	11,27	6,13	70,74	69,09
<i>Sous le 0,6 m</i>	2,89	2,89	24,03	23,47	6,13	147,30	143,87
MUR OPAQUE	1,00	0,89	16,10	15,72	43,43	699,22	682,72
TOITURE	1,74	1,28	2,40	2,35	50,07	120,17	117,66
FENÊTRE	0,03	0,03	30,00	30,00	15,98	479,40	479,40
CHAUFFAGE	Négligeable		0,00	0,00		0,00	0,00
VENTILATION	Selon CNB-90		0,00	0,00		0,00	0,00
VENTILATION	Selon CNÉH		500,00	500,00		500,00	500,00
PLAN ET DEVIS	Professionnels		171,00	171,00		171,00	171,00
TOTAL CNB-90						1807,97	1781,06
*TOTAL CNÉH et CNB-95						2307,97	2281,06

* Dans le cas où le CNB-95 est adopté dans son intégrité.

TABLEAU #5

**CALCUL DE L'AUGMENTATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION
SUPPLÉMENTAIRES INCLUANT LES TAXES
"(CNÉH" versus "RÉÉNB")
("CNB '90" et le "CNB '95")**

5- MULTIFAMILIALE, 3 ÉTAGES (6 UNITÉES DE CONDO), 599,42 M²

Compositions	Différence RSI effective entre CNÉH, RÉÉNB et CNB 95		\$/M ² pour la pose et les éléments de const. requis		Surface à isoler M ²	Augmentation des coûts de construction par région	
	A	B	A	B		A	B
FONDATION							
<i>Hors-sol</i>	2,12	2,12	16,87	16,47	59,26	999,72	976,01
<i>0,6 m sous le sol</i>	1,12	1,12	13,68	13,36	26,01	355,82	347,49
<i>Sous le 0,6 m</i>	2,89	2,89	26,17	25,55	6,13	160,42	156,62
MUR OPAQUE	1,00	0,89	16,10	15,72	214,88	3459,57	3377,91
TOITURE	1,74	1,28	2,40	2,35	199,81	479,54	469,55
FENÊTRE	0,03	0,03	30,00	30,00	119,97	3599,10	3599,10
CHAUFFAGE							
	Négligeable		0,00	0,00		0,00	0,00
VENTILATION							
	Selon CNB-90		0,00	0,00		0,00	0,00
	Selon CNÉH		500,00	500,00		500,00	500,00
PLAN ET DEVIS							
	Professionnels		171,00	171,00		171,00	171,00
TOTAL CNB-90						9225,17	9097,69
*TOTAL CNÉH et CNB-95						9725,17	9597,69

* Dans le cas ou le CNB 95 est adopté dans son intégrité.

ANNEXE "I"**Modifications à apporter à la pratique courante pour la rendre conforme au CNÉH**

Avec l'adoption du CNÉH voici les modifications et les coûts à apporter à la pratique courante:

1- Fondation:**Exigences du CNÉH**

Une isolation de toute la fondation est demandée au paragraphe 3.3.2.1.3). L'isolation peut se faire sur la face intérieure ou extérieure de la fondation. La résistance thermique effective demandée pour les régions A et B est de RSI 3,1 pour les maisons de types #1 à #4. Cependant pour le mur de fondation de la maison de type #5 dont la partie hors sol dépasse 1,2 m , il est nécessaire de considérer cette partie comme un mur opaque (paragraphe 3.3.1.1 3) du CNÉH).

Ici la résistance thermique effective demandée pour les régions A et B est de RSI 4,1 pour le mur opaque.

Exigences de la pratique courante

Le mur de fondation est actuellement isolé sur toute sa hauteur et on obtient une résistance effective de RSI 1,94 avec de l'isolant de faible densité de 89 mm (voir annexe I), ce qui est insuffisant pour rencontrer le facteur de résistance du CNÉH.

Différence

Une valeur de résistance thermique accrue de 1,15 suffirait à rencontrer le facteur de résistance thermique du CNÉH pour les murs des fondations des maisons de types #1 à #4 et 2,16 pour le mur des fondations de la maison de type #5, ceci pour les régions A et B.

Réalisation

Pour les fins de notre étude nous avons retenu la méthode d'isolation par l'intérieur des fondations (voir annexe H). Cette méthode d'isolation par l'intérieur est la plus utilisée par les constructeurs. L'isolation est continue sur toute la fondation. Pour les maisons de type #1 à #4, l'isolant semi-rigide serait collé directement sur la face intérieure du mur de fondation. On ajoutera ensuite l'isolant en natte entre des colombages 38 mm x 89 mm à 610 mm c.c.. Il faudra ajouter un gypse avec endos d'aluminium (pare-vapeur réfléchissant) et des fourrures de façon à créer une lame d'air. Pour la maison de type #5, il faudra aussi de l'isolant semi-rigide mais de l'isolant en natte de 140 mm d'épaisseur inséré entre les colombages 38 mm x 140 mm à 610 mm c.c., le gypse avec endos d'aluminium (pare-vapeur réfléchissant) avec des fourrures pour obtenir une espace d'air.

Coût

Il n'est pas nécessaire d'augmenter l'épaisseur de l'isolant en natte. Cependant, on devra ajouter le coût de l'isolant semi-rigide et du pare-vapeur réfléchissant avec des fourrures. Donc 12,90 le mètre carré pour les maisons de type #1 à #4 dans la région A et 12,60\$ le mètre carré pour la région B. Pour la maison de type #5 à ces mêmes coûts il faut additionner celui de l'épaisseur accrue de l'isolant en natte et celui de la grosseur accrue des colombages. Cet assemblage supplémentaire coûtera 19,22\$ le mètre carré dans la région A et 18,77\$ le mètre carré pour la région B.

2- Isolation des murs opaques

Exigences du CNÉH

La résistance thermique effective doit être continue (au paragraphe 3.3.1.1.1)) et avoir un facteur RSI de 4.1 pour les régions A et B.

Exigences de la pratique courante

Actuellement les murs opaques ont une résistance thermique effective de 3.25 avec de l'isolant de faible densité (voir annexe J).

Différence

Une valeur de résistance thermique accrue de 0,85 suffirait pour rencontrer le facteur de résistance thermique du CNÉH pour les nouvelles régions A et B.

Réalisation

En général l'isolant en natte de fibre de verre est le plus utilisé, alors si cette pratique se poursuit l'utilisation du colombage de 38 x 140 mm à 406 mm c.c. avec de l'isolant en natte de 140 mm d'épaisseur sera plus répandue. Il faudra ajouter à cette composition un isolant semi-rigide de 38 mm du côté extérieur des colombages ainsi qu'un pare-vapeur réfléchissant derrière le gypse avec des fourrures créant une espace d'air .

Coût

Cet assemblage supplémentaire coûtera 12,90\$ le mètre carré pour la région A et 12,60\$ le mètre carré pour la région B.

3- Isolation de la toiture

Exigences du CNÉH

La résistance thermique effective (article 3.2.2.1.) doit être continue et avoir un facteur RSI de 7,0 pour les régions A et B.

Exigences de la pratique courante

La résistance thermique construite est de RSI de 5,71(voir annexe J).

Différence

Pour les nouvelles régions A et B une résistance supérieure de RSI 1,29 est nécessaire.

Réalisation

La toiture avec comble ventilé est la méthode de construction la plus utilisée actuellement donc l'augmentation de l'isolation sera relativement simple à réaliser. Pour les fins de cette étude nous assumerons que l'utilisation de natte de fibre de verre est utilisée pour l'isolation entre les fermes de toit et qu'une épaisseur d'isolant supplémentaire par-dessus l'isolant actuel sera ajoutée. Il est déjà utilisé une épaisseur d'isolant en natte de 222 mm et en ajoutant 89 mm, nous obtenons une RSI de 7,5 (voir annexe H). Ce qui n'est pas vraiment nécessaire d'atteindre. Nous avons calculé qu'avec un isolant de 202 mm au lieu du 222 mm on atteint avec l'isolant de 89 mm en sus une RSI de 7,1. Il est à noter qu'il n'existe pas sur le marché d'isolant en natte de haute densité pour une épaisseur au-delà de 140 mm.

Coût

Le coût comprendra la pose et la fourniture de l'isolant de 89 mm d'épaisseur au-dessus de l'isolant de 202 mm d'épaisseur. Le coût pour cette composition sera alors de 1,80\$ le mètre carré de plafond pour la région A et 1,76\$ le mètre carré de plafond pour la région B.

4- Ventilation

Tel que la section 4.1. du présent document.

RÉÉNB versus CNB-90	100\$
CNB 95 versus le RÉÉNB	900\$ à 1300\$
CNÉH versus CNB-95	600\$ à 900\$

5- Fenêtres

Tel que la section 4.1 du présent document.

Coût

30\$ le mètre carré pour les Régions A et B.

6- Chauffage électrique

Tel que la section 4.1 du présent document.

Coût

Négligeable

ANNEXE "J"

CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE (RSI_T)
PRATIQUE COURANTE

MÉTHODE DE CALCUL TEL QUE MONTRÉE DANS L'ANNEXE C DU CNÉH:

$$RSI_T = \frac{100}{\frac{\% \text{ aire avec ossature}}{RSI_F} + \frac{\% \text{ aire sans ossature}}{RSI_I}}$$

Le RSI_F et le RSI_I représentent les résistances thermiques en deux points de l'ensemble des matériaux de l'enveloppe. Respectivement, ce sont la résistance thermique calculée à travers l'ossature et celle calculée à travers l'isolant. Le RSI_T correspond à la résistance thermique effective.

NOTE: L'isolant utilisé dans la pratique courante est celui de faible densité. Alors les calculs ont été faits selon la résistance thermique de celui-ci.

1- FONDATION HORS-SOL POUR LA MAISON MULTIFAMILIALE TYPE #5
SUR TOUTE LE HAUTEUR DU MUR:

	RSI _F RSI à travers l'ossature	RSI _I RSI à travers l'isolant
DENSITÉ DE L'SOLANT		FAIBLE
Film d'air ext.	0,03	0,03
Crépis de béton	0,0009	0,0009
Enduit bitumineux	-----	-----
Mur de béton 200 mm	0,08	0,08
38 x89 à 406 mm c.c.	0,72	-----
Isolant en natte 89 mm	-----	2,14
Pare-vapeur	-----	-----
Gypse 13 mm	0,08	0,08
Peinture	-----	-----
Film d'air int.	0,12	0,12
TOTAL:	1,0309	2,4509
POURCENTAGE D'AIRE:	19%	81%

$$RSI_T = \frac{100}{\frac{19}{1,0309} + \frac{81}{2,4509}} = 1,9425$$

2- FONDATION SOUS LE SOL

SUR TOUTE LE HAUTEUR DU MUR: SANS FILM D'AIRE EXTÉRIEUR

	RSI _F RSI à travers l'ossature	RSI _I RSI à travers l'isolant	
DENSITÉ DE L'SOLANT			FAIBLE
Film d'air ext.	----	----	
Crépis de béton	0,0009	0,0009	
Enduit bitumineux	----	----	
Mur de béton 200 mm	0,08	0,08	
38 x89 à 406 mm c.c.	0,72	----	
Isolant en natte 89 mm	-----	2,14	
Pare-vapeur	----	----	
Gypse 13 mm	0,08	0,08	
Peinture	----	----	
Film d'air int.	0,12	0,12	
TOTAL:	1,0009	2,4209	
POURCENTAGE D'AIRE:	17%	83%	
RSI _T =	100	=	1,9492

	17	+	83
	-----		-----
	1,009		2,4209

3- MUR OPAQUE

	RSI _F RSI à travers l'ossature	RSI _I RSI à travers l'isolant	
DENSITÉ DE L'SOLANT:			Faible
Film d'air ext.	0,03	0,03	
Brique 90 mm	0,07	0,07	
Espace d'AIRE 25 mm	0,18	0,18	
Papier goudronné	0,011	0,011	
Carton fibre imprégné	0,1653	0,1653	
38 x 140 mm à 406 mm c.c.	1,134	-----	
140 mm d'isolant en natte	-----	3,36	
Pare-vapeur 0,006	----	----	
Gypse 13 mm	0,08	0,08	
Film d'air int.	0,12	0,12	
TOTAL:	1,7903	4,0163	
POURCENTAGE D'AIRE:	19%	81%	

CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE AVEC DE L'SOLANT DE FAIBLE DENSITÉ.

RSI _T =	100	=	3,2488

	19	+	81
	-----		-----
	1,7903		4,0163

4- TOITURE

	RSI _F RSI à travers l'ossature	RSI _I RSI à travers l'isolant
DENSITÉ DE L'SOLANT:		Faible
Film d'air ext.	-----	-----
Bardeau d'asphalte	-----	-----
Papier construction 15 lbs	-----	-----
Contreplaqué 13 mm embouveté	-----	-----
Espace de l'entretoit	0,03	0,03
Membrure inférieure des fermes à 610c.c.	5,49	-----
222 mm d'isolant en natte	-----	5,328
Pare vapeur 0,006	-----	-----
Fourrures 25x75 à 406 c.c.	0,15	0,15
Gypse 13 mm	0,08	0,08
Film d'air int.	0,11	0,11
	-----	-----
TOTAL:	5,86	5,698
POURCENTAGE D'AIRE:	7%	93%

CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE AVEC DE L'SOLANT DE FAIBLE DENSITÉ.

$$RSI_T = \frac{100}{\frac{7}{5,86} + \frac{93}{5,698}} = 5,709$$



ANNEXE KMESURES CORRECTRICES POUR RENCONTRER LES RSI EFFECTIVES DU CNÉH
POUR LA PRATIQUE COURANTE

MÉTHODE DE CALCUL TEL MONTRÉE DANS L'ANNEXE C DU CNÉH:

$$RSI_{\tau} = \frac{100}{\frac{\% \text{ aire avec ossature}}{RSI_F} + \frac{\% \text{ aire sans ossature}}{RSI_I}}$$

La RSI_F et la RSI_I représentent les résistances thermiques en deux point de l'ensemble des matériaux de l'enveloppe. Respectivement, ce sont la résistance thermique calculée à travers l'ossature et celle calculée à travers l'isolant. Le RSI_{τ} correspond à la résistance thermique effective de l'enveloppe. Les pourcentage (%) d'AIRE sont donnés dans l'annexe C du CNÉH.

NOTES:

- Les MESURES CORRECTRICES correspondent aux éléments de construction qu'il faudra ajouter à l'enveloppe en question pour que la résistance thermique effective (RSI_{τ}) soit conforme au CNÉH.
- L'étoile (*) indique les matériaux qui ont été ajoutés pour rencontrer les RSI effectives du CNÉH.
- Même si nous n'évaluons pas les coûts de construction pour la région C, nous avons calculé la RSI effective pour cette région.
- Les calculs ont été fait de sorte que la RSI de l'isolant de faible densité permette d'atteindre le facteur de RSI_{τ} pour les régions A et B.
- La pratique courante est d'utiliser de l'isolant à faible densité.

**I- FONDATION HORS SOL (+ 1,2M hors sol) POUR LA MAISON MULTIFAMILLIALE TYPE # 5
(RSI DU CNÉH: 4,1 pour les régions A et B et 4,7 pour la région C)**

	RSI _F RSI à travers l'ossature	RSI _I RSI à travers l'isolant	RSI _F RSI à travers l'ossature	RSI _I RSI à travers l'isolant
DENSITÉ DE L'SOLANT		FAIBLE		HAUTE
Film d'air ext.	0,03	0,03	0,03	0,03
Crépis de béton	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
Enduit bitumineux	-----	-----	-----	-----
Mur de béton 200 mm	0,08	0,08	0,08	0,08
*Isolant semi-rigide, 50 mm	-----	1,5	-----	1,5
*38 x 140 à 610 mm c.c.	1,134	-----	1,134	-----
*Isolant en natte 140 mm	-----	3,36	-----	3,92
*Fourrure 19 x 64 à 406 c.c.	0,41	0,41	0,41	0,41
*Pare-vapeur réfléchissant (gypse)	-----	-----	-----	-----
Gypse 13 mm	0,08	0,08	0,08	0,08
Peinture	-----	-----	-----	-----
Film d'air int.	0,12	0,12	0,12	0,12
TOTAL:	1,8549	5,5809	1,8549	6,1409
POURCENTAGE D'AIRE:	11%	89%	11%	89%

**CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE
AVEC DE L'SOLANT DE FAIBLE DENSITÉ.**

$$RSI_T = \frac{100}{\frac{11}{1,8549} + \frac{89}{5,5809}} = 4,5709$$

**CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE
AVEC DE L'SOLANT DE HAUTE DENSITÉ.**

$$RSI_T = \frac{100}{\frac{11}{1,8549} + \frac{89}{6,1409}} = 4,8964$$

3- MUR OPAQUE (RSI : 4,1 pour les régions A et B et 4,7 pour la région C)

	RSI _F RSI à travers l'ossature	RSI _I RSI à travers l'isolant	RSI _F RSI à travers l'ossature	RSI _I RSI à travers l'isolant
DENSITÉ DE L'SOLANT:		Faible		Haute
Film d'air ext.	0,03	0,03	0,03	0,03
Brique 90 mm	0,07	0,07	0,07	0,07
Espace d'AIRE 25 mm	0,18	0,18	0,18	0,18
*isolant semi-rigide 38 mm	-----	1,14	-----	1,14
Papier goudronné	0,011	0,011	0,011	0,011
Carton fibre imprégné 19 mm	0,1653	0,1653	0,1653	0,1653
38 x 140 mm à 406 mm c.c.	1,134	-----	1,134	-----
140 mm d'isolant en natte	-----	3,36	-----	3,92
*Fourrure 19 x 64 à 406 c.c.	0,41	0,41	0,41	0,41
*Pare-vapeur réfléchissant (gypse)	-----	-----	-----	-----
Gypse 13 mm	0,08	0,08	0,08	0,08
Film d'air int.	0,12	0,12	0,12	0,12
	-----	-----	-----	-----
TOTAL:	2,2003	5,5663	2,2003	6,1263
POURCENTAGE D'AIRE:	19%	81%	19%	81%

**CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE
AVEC DE L'SOLANT DE FAIBLE DENSITÉ.**

$$RSI_T = \frac{100}{\frac{19}{2,2003} + \frac{81}{5,5663}} = 4,3127$$

**CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE
AVEC DE L'SOLANT DE HAUTE DENSITÉ.**

$$RSI_T = \frac{100}{\frac{19}{2,2003} + \frac{81}{6,1263}} = 4,5752$$

2- FONDATION SOUS LE SOL(RSI : 3,1 pour les 3 régions)

SUR TOUTE LE HAUTEUR DU MUR:

	RSI _F RSI à travers l'ossature	RSI _I RSI à travers l'isolant	RSI _F RSI à travers l'ossature	RSI _I RSI à travers l'isolant
DENSITÉ DE L'SOLANT		FAIBLE		HAUTE
Film d'air ext.	----	-----	-----	-----
Crépis de béton	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
Enduit bitumineux	----	-----	-----	-----
Mur de béton 200 mm	0,08	0,08	0,08	0,08
*Isolant semi-rigide, 38 mm 38 x89 à 610 mm c.c.	----- 0,72	1,14	----- 0,72	1,14
Isolant en natte 89 mm	-----	2,136	-----	2,492
*Fourrure 19 x 64 à 406 c.c.	0,41	0,41	0,41	0,41
*Pare-vapeur réfléchissant (gypse)	-----	-----	-----	-----
Gypse 13 mm	0,08	0,08	0,08	0,08
Peinture	----	-----	-----	-----
Film d'air int.	0,12	0,12	0,12	0,12
TOTAL:	1,4109	3,9669	1,4109	4,3229
POURCENTAGE D'AIRE:	10%	90%	10%	90%

CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE
AVEC DE L'SOLANT DE FAIBLE DENSITÉ.

$$RSI_T = \frac{100}{\frac{10}{1,4109} + \frac{90}{3,9669}} = 3,3595$$

CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE
AVEC DE L'SOLANT DE HAUTE DENSITÉ.

$$RSI_T = \frac{100}{\frac{10}{1,4109} + \frac{90}{4,3229}} = 3,5833$$

4- TOITURE (RSI : 7,0 pour les régions A et B et 8,8 pour la région C)

	RSI _F RSI à travers l'ossature	RSI _I RSI à travers l'isolant
DENSITÉ DE L'SOLANT:		Faible
Film d'air ext.	-----	-----
Bardeau d'asphalte	-----	-----
Papier construction 15 lbs	-----	-----
Contreplaqué 13 mm embouveté	-----	-----
Espace de l'entretoit	0,03	0,03
Membrane inférieure des fermes...5,49	-----	-----
... à 610 c.c.	-----	-----
222 mm d'isolant en natte	-----	5,328
*89 mm d'isolant en natte	-----	2,136
Fourrures 19 x 64 à 406 c.c.	0,15	0,15
Pare vapeur 0,006	-----	-----
Gypse 13 mm	0,08	0,08
Film d'air int.	0,11	0,11
	-----	-----
TOTAL:	5,86	7,834
POURCENTAGE D'AIRE:	7%	93%

**CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE EFFECTIVE
AVEC DE L'SOLANT DE FAIBLE DENSITÉ.**

$$RSI_T = \frac{100}{\frac{7}{5,86} + \frac{93}{7,834}} = 7,6536$$

TABLEAU #1							
CALCUL DES COÛTS SUPPLÉMENTAIRES INCLUANT LES TAXES (DIFFÉRENCE ENTRE LE CNÉH, LA PRATIQUE COURANTE ET LE CNB-95)							
# 1- UNIFAMILIALE ISOLÉE, 1 ÉTAGE (BUNGALOW), 185,82 M ²							
Compositions	Différence RSI effective entre CNÉH, CNB 95 et pratique courante		\$/M ² pour la pose et les éléments de const. requis		Surface à isoler M ²	Augmentation des coûts de construction par région	
	A	B	A	B		A	B
FONDATION							
<i>Toute la Hauteur</i>	1,15	1,15	12,90	12,60	41,53	535,74	523,28
MUR OPAQUE	0,85	0,85	12,90	12,60	84,38	1088,50	1063,19
TOITURE	1,29	1,29	1,80	1,76	103,23	185,81	181,68
FENETRE	0,03	0,03	30,00	30,00	21,41	642,30	642,30
CHAUFFAGE	Négligeable		0,00	0,00		0,00	0,00
VENTILATION	Selon CNB-90		0,00	0,00		0,00	0,00
VENTILATION	Selon CNÉH		500,00	500,00		500,00	500,00
PLAN ET DEVIS	Professionnels		171,00	171,00		171,00	171,00
TOTAL CNB-90						2623,35	2581,45
*TOTAL CNÉH et CNB-95						3123,35	3081,45

* Dans le cas ou le CNB-95 est adopté dans son intégrité.

TABLEAU #2

**CALCUL DES COÛTS
SUPPLÉMENTAIRES INCLUANT LES TAXES
(DIFFÉRENCE ENTRE LE CNÉH, LA PRATIQUE COURANTE ET LE CNB-95)**

2- UNIFAMILIALE ISOLÉE, 2 ÉTAGES, 187,41 M²

Compositions	Différence RSI effective entre CNÉH, CNB 95 et pratique courrante		\$/M ² pour la pose et les éléments de const. requis		Surface à isoler M ²	Augmentation des coûts de construction par région		
	A	B	A	B		A	B	
FONDATION								
<i>Toute la hauteur</i>	1,15	1,15	12,90	12,60	26,29	339,14	331,25	
MUR OPAQUE	0,85	0,85	12,90	12,60	146,00	1883,40	1839,60	
TOITURE	1,29	1,29	1,80	1,76	62,96	113,33	110,81	
FENÊTRE	0,03	0,03	30,00	30,00	21,67	650,10	650,10	
CHAUFFAGE	Négligeable		0,00	0,00		0,00	0,00	
VENTILATION	Selon CNB-90		0,00	0,00		0,00	0,00	
VENTILATION	Selon CNÉH		500,00	500,00		500,00	500,00	
PLAN ET DEVIS	Professionnels		171,00	171,00		171,00	171,00	
TOTAL CNB-90							3156,97	3102,76
*TOTAL CNÉH et CNB-95							3656,97	3602,76

* Dans le cas ou le CNB-95 est adopté dans son intégrité.

TABLEAU #4

**CALCUL DES COÛTS
SUPPLÉMENTAIRES INCLUANT LES TAXES
(LA DIFFÉRENCE ENTRE LE CNÉH, LA PRATIQUE COURANTE ET LE CNB-95)**

4- MAISON EN RANGÉE, 141,88 M²

Compositions	Différence RSI effective entre CNÉH, CNB 95 et pratique courante		\$/M2 pour la pose et les éléments de const. requis		Surface à isoler M ²	Augmentation des coûts de construction par région	
	A	B	A	B		A	B
<i>FONDATION</i>							
<i>Toute la hauteur</i>	1,15	1,15	12,90	12,60	10,41	134,29	131,17
<i>MUR OPAQUE</i>	0,85	0,85	12,90	12,60	43,43	560,25	547,22
<i>TOITURE</i>	1,29	1,29	1,80	1,76	50,07	90,13	88,12
<i>FENÊTRE</i>	0,03	0,03	30,00	30,00	15,98	479,40	479,40
<i>CHAUFFAGE</i>	Négligeable		0,00	0,00		0,00	0,00
<i>VENTILATION</i>	Selon CNB-90		0,00	0,00		0,00	0,00
<i>VENTILATION</i>	Selon CNÉH		500,00	500,00		500,00	500,00
<i>PLAN ET DEVIS</i>	Professionnels		171,00	171,00		171,00	171,00
TOTAL CNB-90						1435,06	1416,91
*TOTAL CNÉH et CNB-95						1935,06	1916,91

* Dans le cas ou le CNB-95 est adopté dans son intégrité.

ANNEXE M

CALCUL DE LA DIFFÉRENCE DES COÛTS DE CONSTRUCTION
EN POURCENTAGE
ENTRE CERTAINES VILLES DES RÉGIONS A ET B

Calculs faits avec les données des tableaux du "prix moyen et superficie moyenne des maisons neuves ayant de 2 à 3 chambres à coucher et d'une superficie totale de 82 à 107 m²" ainsi qu'avec celui des "prix moyen des terrains des maisons neuves ayant de 2 à 3 chambres à coucher et d'une superficie totale de 82 à 107 m²" fournis, tous deux, par la division Membre et industrie de l'APCHQ.

	\$ en 1995		Superficie Pi ²	\$ pour 1000 pi ²
CHICOUTIMI RÉGION B	50 183,11	>	1 006	49 971,06
MONTREAL RÉGION A	74 282,83	>	1 010	73 547,56
HULL RÉGION A	70 738,70	>	1 003	70 527,12
QUÉBEC RÉGION B	70 738,70	>	985	71 815,94

Par rapport à Montréal : Il en coûte **32,05 %** moins cher de construire à **Chicoutimi**,

Il en coûte **4,11 %** moins cher de construire à , **Hull**

Il en coûte **2,35 %** moins cher de construire à **Québec**,

Prix moyen et superficie moyenne des maisons neuves ayant de 2 à 3 chambres à coucher et d'une superficie totale de 82 à 107 m ² (Incluant le prix des terrains)							
RÉGIONS	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
SAGUENAY-LAC-ST-JEAN							
Prix moyen	70 249	79 164	74 146	74 913	80 705	74 235	64 604
Superficie moyenne	1 023	1 022	993	1 008	1 148	1 002	1 006
MONTREAL							
Prix moyen	96 488	96 844	93 162	99 267	95 023	98 807	97 482
Superficie moyenne	1 017	1 009	1 008	1 009	997	1 003	1 010
OUTAOUAIS							
Prix moyen	89 850	88 452	91 093	93 188	91 302	95 689	93 248
Superficie moyenne	1 035	1 020	1 036	1 001	1 042	1 043	1 003
QUÉBEC							
Prix moyen	76 999	79 313	80 787	85 294	81 498	85 434	83 668
Superficie moyenne	986	976	988	992	984	990	985
ESTRIE							
Prix moyen	79 089	84 210	78 356	81 894	81 891	85 528	88 505
Superficie moyenne	996	1 027	998	994	983	988	982
JOLIETTE-LANAUDIÈRE							
Prix moyen	88 515	89 302	90 258	85 728	87 430	87 759	90 796
Superficie moyenne	1 019	1 007	1 003	993	1 005	1 000	1 005
BOIS-FRANCS							
Prix moyen	74 053	71 579	73 174	82 811	80 524	76 116	78 664
Superficie moyenne	1 041	1 016	1 010	1 078	1 036	1 007	1 000
ABITIBI-TÉMISCAMINGUE							
Prix moyen	78 686	66 704	84 816	69 615	84 097	85 671	88 785
Superficie moyenne	1 016	1 011	1 008	1 014	1 017	996	994
PROVINCE DE QUÉBEC							
Prix moyen	88 001	89 343	90 248	89 371	88 278	89 329	88 801
Superficie moyenne	1 014	1 007	1 006	1 006	1 003	1 005	1 008

Source: APCHQ (Garantie des maisons neuves)

Prix moyen des terrains des maisons neuves ayant de 2 à 3 chambres à coucher et d'une superficie totale de 82 à 107 m²				
	Bois-francs	Outaouais	Joliette Lanaudière	Montréal Métropolitain
1995				
janvier	15 750,00 \$	26 000,00 \$	21 771,00 \$	23 960,00 \$
février	-	18 250,00 \$	21 885,00 \$	23 455,00 \$
mars	16 208,00 \$	24 000,00 \$	18 384,00 \$	24 006,00 \$
avril	12 563,00 \$	21 750,00 \$	19 279,00 \$	23 008,00 \$
mai	9 625,00 \$	19 068,00 \$	19 157,00 \$	25 620,00 \$
juin	8 823,00 \$	23 286,00 \$	14 700,00 \$	22, 642,00\$
juillet	13 000,00 \$	-	23 200,00 \$	18 644,00 \$
août	10 323,00 \$	21 500,00 \$	23 625,00 \$	26 133,00 \$
septembre	7 916,00 \$	23 889,00 \$	12 708,00 \$	24 100,00 \$
octobre	-	22 750,00 \$	-	20 373,00 \$
novembre	15 250,00 \$	24 600,00 \$	20 891,00 \$	22 017,00 \$
décembre	15 250,00 \$	-	-	24 432,00 \$
Moyenne annuelle	12 445,80 \$	22 509,30 \$	19 560,00 \$	23 199,17 \$
	Abitibi Témiscamingue	Québec	Saguenay Lac Saint-Jean Côte Nord	Estrie
janvier	-	19 867,00 \$	16 375,00 \$	5 000,00 \$
février	-	26 075,00 \$	17 815,00 \$	15 333,00 \$
mars	-	21 730,00 \$	-	13 625,00 \$
avril	3 000,00 \$	20 247,00 \$	12 986,00 \$	16 000,00 \$
mai	18 268,00 \$	19 250,00 \$	15 233,00 \$	17 500,00
juin	25 000,00 \$	17 634,00 \$	13 746,00 \$	-
juillet	11 667,00 \$	27 167,00 \$	12 000,00 \$	20 000,00 \$
août	28 000,00 \$	22 937,00 \$	15 633,00 \$	-
septembre	21 500,00 \$	18 245,00 \$	20 750,00 \$	-
octobre	16 854,00 \$	15 000,00 \$	5 250,00 \$	20 000,00 \$
novembre	12 000,00 \$	23 750,00 \$	-	20 000,00 \$
décembre	-	16 333,00 \$	-	-
Moyenne annuelle	17 036,13 \$	20 686,25 \$	14 420,89 \$	15 932,25 \$

Source: APCHQ (Garantie des maisons neuves)

ANNEXE N
BIBLIOGRAPHIE

**ÉTUDE D'IMPACT DE L'ADOPTION DU
CODE D'ÉCONOMIE NATIONAL DE L'ÉNERGIE POUR L'HABITATION**

- 1- ASSOCIATION PROVINCIALE DES CONSTRUCTEURS D'HABITATION DU QUÉBEC INC., Enquête auprès des acheteurs de maisons neuves 1994, Rapport réalisé conjointement avec la SHQ, pages 1 à 15, 1994.
- 2- ASSOCIATION PROVINCIALE DES CONSTRUCTEURS D'HABITATION DU QUÉBEC INC., Enquête sur les caractéristiques des acheteurs de maisons neuves, Questionnaire APCHQ-GMN, Édition 1994, page 4 à 29, 1994.
- 3- ASSOCIATION PROVINCIALE DES CONSTRUCTEURS D'HABITATION DU QUÉBEC INC., Position de l'Association Provinciale des Constructeurs d'Habitation du Québec Quant à l'Adoption du Code du Bâtiment de 1995, page 1 à 12, janvier 1996.
- 4- CEF CONSULTANTS LTD., Reducing the impacts of the National Energy Codes on the Enforcement Community, Préparé pour National Research Council and Natural Resources Canada, 31 mars 1995.
- 5- CENTRE CANADIEN DE DOCUMENTATION SUR L'HABITATION, Ventilation Control in Medium air Tightness Houses, Préparé par Building Science Division Saskatchewan Research Council, septembre 1995.
- 6- CENTRE DE DOCUMENTATION DE LA SOCIÉTÉ D'HABITATION DU QUÉBEC, Liste des documents de recherche produits par la SHQ et disponibles au Centre de Documentation de la SHQ, pages 1 à 4, 18 janvier 1996.
- 7- COMITÉ PERMANENT SUR L'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE DANS LES BÂTIMENTS, Commentaires sur la 2^{ième} Version du Code de l'Énergie pour les Maison discutée à la Réunion du 13 au 15 septembre 1995, septembre 1995.
- 8- COMITÉ PROVINCIAL SUR L'ÉCONOMIE DE L'ÉNERGIE, Compte rendu de la 2^{ième} réunion du comité provincial sur l'économie de l'énergie, Rapport de la Régie du Bâtiment du Québec, Direction de la Normalisation, Octobre 1995.
- 9- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, Code National du Bâtiment du Canada 1990, Rapport du Comité Associé du Code National du Bâtiment, mars 1994.
- 10- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, Code National du Bâtiment du Canada 1995, Commission Canadienne des Codes du Bâtiment et de Prévention des Incendies, Institut de Recherche en Construction, 1995.

BIBLIOGRAPHIE

ÉTUDE D'IMPACT DE L'ADOPTION DU
CODE D'ÉCONOMIE NATIONAL DE L'ÉNERGIE POUR L'HABITATION

- 11- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, Code National de l'Énergie pour les Bâtiments 1995, Rapport de la Commission Canadienne des Codes du Bâtiment et de Prévention des Incendies, avril 1995.
- 12- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, Conformité des Bâtiments par la Méthode des Solutions de Remplacement, Rapport de la Commission Canadienne des Codes du Bâtiment et de Prévention des Incendies, mars 1994.
- 13- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, Final Letter Ballot on the Energy Codes, Commission Canadienne des Codes du Bâtiment et de Prévention des Incendies, 13 août 1996.
- 14- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, National Energy Code for Building 1996, Rapport de la Commission Canadienne des Codes du Bâtiment et de Prévention des Incendies, 31 juillet 1996.
- 15- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, National Energy Code for Building 1996, Rapport de la Commission Canadienne des Codes du Bâtiment et de Prévention des Incendies, 22 mai 1996.
- 16- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, Performance Compliance for Houses, Rapport de la Commission Canadienne des Codes du Bâtiment et de Prévention des Incendies, 2 novembre 1994.
- 17- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, Québec, Administrative Zones Regions, 19 juin 1996.
- 18- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, Unifinishes Business, Commission Canadienne des Codes du Bâtiment et de Prévention des Incendies, 31 janvier 1995.
- 19- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, National Energy Codes, Institut de Recherche en Construction, ECB-M1011, 27 septembre 1995.
- 20- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, National Energy Code for Houses 1996, Rapport de la Commission Canadienne des Codes du Bâtiment et de Prévention des Incendies, mai 1996.
- 21- CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, Performance Compliance for Houses, Rapport de la Commission Canadienne des Codes du Bâtiment et de Prévention des Incendies, 2 novembre 1994.

BIBLIOGRAPHIE

ÉTUDE D'IMPACT DE L'ADOPTION DU
CODE D'ÉCONOMIE NATIONAL DE L'ÉNERGIE POUR L'HABITATION

- 22- FOREST, PAUL, Les transactions Immobilières entre 1991 et 1995 dans le Marché Résidentiel au Québec, Rapport pour la Société d'Habitation du Québec, 6 juin 1996.
- 23- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, Loi et règlement commentés sur l'Économie de l'Énergie, Les Publications du Québec, 15 octobre 1993.
- 24- HABITECNICA, Implications of Adopting the National Energy Code for Housing in Ontario, juillet 1995.
- 25- HOME VENTILATING INSTITUTE, Certified Home Ventilating Products Directory, avril 1994.
- 26- LA SOCIÉTÉ D'HABITATION DU QUÉBEC, L'Acheteur de Logements neufs au Québec en 1994, Direction de l'Analyse et de la Recherche, 12 septembre 1995.
- 27- LA SOCIÉTÉ D'HABITATION DU QUÉBEC, L'Acheteur de Logements neufs au Québec en 1993, Direction de l'Analyse et de la Recherche, 4 août 1994.
- 28- LA SOCIÉTÉ D'HABITATION DU QUÉBEC, L'Acheteur de Logements neufs au Québec en 1992, Direction de l'Analyse et de la Recherche, 19 mai 1994.
- 29- LA SOCIÉTÉ D'HABITATION DU QUÉBEC, L'Acheteur de Logements neufs au Québec en 1990, Direction de l'Analyse et de la Recherche, 27 novembre 1991.
- 30- LA SOCIÉTÉ D'HABITATION DU QUÉBEC, L'Acheteur de Logements neufs au Québec en 1989, Direction de l'Analyse et de la Recherche, 17 avril 1991.
- 31- LA SOCIÉTÉ D'HABITATION DU QUÉBEC, L'Achat de Logements neufs au Québec en 1988, Direction de l'Analyse et de la Recherche, 12 mars 1990.
- 32- PAUL FOREST et CLAUDE-RODRIGUE DESCHÊNES, Perspective du Marché de l'Habitation au Québec, Évolution de l'Offre et de la Demande en Habitation, septembre 1995.
- 33- SIRICON, Impacts dans un contexte Québécois du Projet de Révision du CNB Concernant la Ventilation Résidentielle, 28 mai 1993.
- 34- KADULSKI, RICHARD, National Energy Code for House Implementation Training Needs Assessment, 31 mai 1996.