

Marché résidentiel

Rapport d'évaluation

Programmes : Thermostats électroniques – Bâtiment existant (BE) et Nouvelle construction (NC)

Période évaluée : 2007-2009 (BE) et 2008-2009 (NC)

Présenté à :

**Direction Efficacité Énergétique
Vice-présidence Clientèle
Hydro-Québec Distribution**

**Rapport final
21 mars 2012**

N° de référence : ACM01-2009THERMOSTAT

Fichier source : R09274v6p2p1HQD(Thermostats).docx

TABLE DES MATIÈRES

1. Sommaire exécutif.....	6
1.1 Contexte et objectif.....	6
1.2 Objectifs de l'évaluation.....	6
1.3 Méthodologie.....	6
1.4 Résultats.....	8
1.5 Conclusions et recommandations	10
2 Contexte et objectifs.....	11
2.1 Description des programmes évalués	11
2.2 Objectifs de l'évaluation.....	12
3 Méthodologie	13
3.1 Aperçu de la méthodologie.....	13
3.2 Sources de données.....	14
3.3 Étapes A et B : estimation du nombre de thermostats hors programme.....	16
3.4 Étape C : estimation de l'influence d'Hydro-Québec.....	16
3.5 Étape D : chevauchement	22
3.6 Étape E : estimation des gains bruts par thermostat	24
3.7 Calcul des gains totaux	32
3.8 Limites de l'étude	33
4 Résultats de l'évaluation d'impact.....	34
4.1 Volume des ventes de thermostats.....	34
4.2 Effets de distorsion pour BE.....	37
4.3 Chevauchement.....	39
4.4 Effets de distorsion pour NC	41
4.5 Estimation des économies brutes des thermostats	43
4.6 Gains totaux du programme.....	44
5 Conclusions et recommandations.....	47
6 Bibliographie	49

LISTE DES DIAGRAMMES

Diagramme 3-1	Synthèse de la méthodologie	13
Diagramme 3-2	Méthode de calcul de l'influence	17
Diagramme 3-3	Comparaison des thermostats bimétallique et électronique	24
Diagramme 3-4	Calcul des économies brutes.....	26
Diagramme 3-5	Pièce simulée dans le modèle CFD	29
Diagramme 3-6	Exemple de résultats d'une simulation	30
Diagramme 3-7	Calcul des gains totaux.....	32
Diagramme 4-1	Volume des ventes de thermostats électroniques pour 2007-2009.....	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1	Sources de données.....	7
Tableau 1-2	Impact énergétique net du programme BE (2007-2009).....	9
Tableau 1-3	Impact énergétique net du programme NC (2008-2009).....	9
Tableau 2-1	Période de référence	12
Tableau 3-1	Sources de données.....	14
Tableau 3-2	Calcul de l'opportunité	18
Tableau 3-3	Calcul de l'entraînement et du bénévolat.....	19
Tableau 3-4	Calcul du chevauchement.....	23
Tableau 3-5	Paramètres pour l'isolation et l'infiltration (en unités impériales).....	27
Tableau 3-6	Autres caractéristiques.....	27
Tableau 3-7	Superficie et fenestration.....	28
Tableau 4-1	Nombre total de thermostats par marché.....	36
Tableau 4-2	Taux d'opportunité	37
Tableau 4-3	Degré d'influence déclaré et taux d'influence attribué	38
Tableau 4-4	Nombre de thermostats influencés	39
Tableau 4-5	Chevauchement avec les autres programmes	39
Tableau 4-6	Chevauchement avec le DRMC	40
Tableau 4-7	Chevauchement avec les autres programmes	40
Tableau 4-8	Effets de distorsion dans le programme NC.....	41
Tableau 4-9	Nombre de thermostats influencés dans le programme NC	42
Tableau 4-10	Gains bruts par thermostat.....	43
Tableau 4-11	Impact énergétique net du programme BE (2007-2009).....	44
Tableau 4-12	Impact énergétique net du programme NC (2008-2009).....	45
Tableau 4-13	Impact énergétique net du programme BE par année (2007-2009).....	46
Tableau 4-14	Impact énergétique net du programme NC par année (2008-2009).....	46

Liste des acronymes et des termes utilisés

Ce rapport d'évaluation comporte certains acronymes et termes qu'il convient de définir pour faciliter la lecture du document. En voici la liste et leur signification :

BE :	Programme résidentiel des thermostats électroniques - bâtiment existant.
NC :	Programme résidentiel des thermostats électroniques - nouvelle construction.
Non-participants :	Ménages qui ont acheté des thermostats électroniques sans recevoir de rabais d'Hydro-Québec.
Participants :	Ménages qui ont acheté des thermostats électroniques et ont reçu le rabais d'Hydro-Québec.
CFD :	« Computational Fluid Dynamics », simulation informatique du comportement de l'air (mécanique des fluides) dans une pièce chauffée par une plinthe électrique.
SIMEB :	Progiciel, mis au point par les chercheurs du LTÉ d'Hydro-Québec, qui permet de simuler la consommation d'énergie des bâtiments (Simulation énergétique des Bâtiments).
LTÉ :	Laboratoire des technologies de l'énergie d'Hydro-Québec.
MELS :	Maîtres électriciens.
DRMC :	Le <i>Diagnostic résidentiel Mieux consommer</i> est un programme destiné à favoriser la réalisation d'économies d'énergie par les ménages québécois. Dans le cadre de ce programme, les ménages remplissent un questionnaire visant à établir leur profil énergétique. Ensuite, ils reçoivent un rapport de recommandations personnalisé basé sur les réponses au questionnaire et sur leur consommation d'énergie.
R.S.I. :	Équivalent métrique du coefficient R utilisé pour coter l'efficacité des matériaux isolants.
SCHL :	Société canadienne d'hypothèques et de logement.
TÉ :	Thermostats électroniques.

1. Sommaire exécutif

1.1 Contexte et objectif

1.1.1 Programmes évalués

Hydro-Québec a lancé, en 2004, deux programmes majeurs pour promouvoir les thermostats électroniques. Ceux-ci ont comme objectif principal d'encourager l'achat et l'installation de thermostats électroniques dans les bâtiments résidentiels existants et dans les nouvelles constructions du Québec.

Le programme bâtiment existant (BE) offre une remise postale et un rabais à la caisse chez les marchands participants aux clients du marché résidentiel pour l'achat et l'installation de thermostats électroniques. Les bâtiments visés incluent les maisons unifamiliales, les duplex, les triplex et les immeubles de quatre logements ou plus. La présente évaluation couvre les années 2007 à 2009.

Dans le cadre du **programme touchant la nouvelle construction (NC)**, les maîtres électriciens (MELS) reçoivent un appui financier qui vise à combler l'écart entre le coût d'achat d'un thermostat bimétallique standard et celui d'un thermostat électronique. Les types de bâtiments visés sont les mêmes que pour le programme BE. La présente évaluation couvre les années 2008 et 2009.

1.2 Objectifs de l'évaluation

Le but de la présente évaluation est de mesurer l'impact énergétique associé à l'influence d'Hydro-Québec sur l'installation de thermostats électroniques dans le cadre des programmes BE et NC. Cette étude vise spécifiquement les objectifs suivants :

- établir le nombre de thermostats électroniques installés dans chacun des marchés visés (bâtiment existant et nouvelle construction);
- évaluer le niveau d'influence d'Hydro-Québec sur l'installation de thermostats;
- estimer les économies brutes moyennes générées par thermostat;
- calculer l'impact énergétique net attribuable à Hydro-Québec.

1.3 Méthodologie

1.3.1 Aperçu de la méthodologie

La méthodologie utilisée pour l'évaluation des programmes des thermostats électroniques (BE et NC) combine plusieurs approches pour obtenir l'estimation des gains du programme. Elle se base notamment sur :

- des données de sondage;
- la consommation annuelle totale d'électricité (facturation);
- des simulations de la consommation d'énergie de bâtiments types;
- des modélisations du fonctionnement de la plinthe électrique;
- la triangulation à partir de sources d'information multiples issues de données primaires et secondaires.

Cette évaluation permet l'harmonisation des méthodes de calcul des gains unitaires pour les deux programmes (BE et NC).

1.3.2 Sources de données

Le tableau 1-1 décrit les principales sources de données primaires utilisées dans le cadre de l'évaluation d'impact.

Tableau 1-1 Sources de données

Population visée	Entrevues complétées	Marge d'erreur (%)
Bâtiment existant		
1) Ensemble des ménages	2 512	± 2
2) Acheteurs	1 000	± 4
Participants	500	± 5
Non-participants	500	± 5
Nouvelle construction		
1) MELS	500	± 4
Participants	250	± 5
Non-participants	250	± 6
2) Entrepreneurs en construction	402	± 6
3) Occupants des logements visés par le programme	502	± 5

1.3.3 Modélisation des gains bruts

Le modèle de calcul des gains bruts vise à estimer l'ampleur de deux phénomènes qui sont théoriquement à la source des économies générées par les thermostats électroniques, soit :

1. **Le gain relié à la température de consigne maintenue** qui, aux fins de notre analyse, est décomposé en deux éléments distincts :
 - Gain d'ajustement : économies provoquées par la baisse de la température de consigne déclarée par l'occupant.
 - Gain de précision : le thermostat électronique maintient une température constante exempte des fluctuations importantes qui sont l'attribut du thermostat bimétallique. Ceci entraîne une baisse imperceptible (non déclarée) de la température de consigne tout en gardant la pièce au niveau du confort recherché. Le confort ressenti avec le thermostat électronique est donc beaucoup plus stable, voire le même qu'avec le thermostat bimétallique remplacé. Toutefois, la température de consigne moyenne maintenue pour atteindre un confort équivalent est en réalité plus basse. Cet effet est plus probable dans les pièces fréquemment occupées.
2. **Le Gain de convection** provoqué par le mode de fonctionnement du thermostat électronique qui réduit les pertes de chaleur le long du mur ou de la fenêtre, en faisant chauffer la plinthe à une température moins élevée et de façon plus constante.

SOM et la firme d'ingénieurs Pageau, Morel et associés, ont donc réalisé :

- quatre simulations de bâtiments à l'aide du logiciel SIMEB;
- deux simulations de la dynamique des fluides dans une pièce chauffée par une plinthe électrique (l'une avec un thermostat bimétallique et l'autre avec un thermostat électronique);
- un calcul d'ingénierie pour estimer l'effet de précision à partir de données fournies par le LTÉ;
- une analyse des données de facturation pour estimer la part du chauffage dans la consommation totale de la résidence;
- un modèle (feuille de calcul) qui permet d'intégrer les résultats des simulations aux réponses du sondage auprès des occupants des logements et aux données de facturation (consommation annuelle après l'installation).

1.4 Résultats

Le lecteur trouvera dans les lignes qui suivent les principaux résultats de l'évaluation des programmes BE (2007-2009) et NC (2008-2009).

Estimation du marché

- Le volume des ventes est de près de 4 millions de thermostats pour la période 2007-2009;
- Près d'un demi-million de thermostats pour le marché NC.

Programme des bâtiments existants

- Un taux d'opportunisme de 32 %;
- Une influence considérable d'Hydro-Québec chez les participants (53 %) et les non-participants (46 %);
- Globalement, le chevauchement avec les autres programmes (Novoclimat, thermostats NC, Rénovation énergétique - ménages à faible revenu et DRMC) touche 5 % des thermostats achetés par les participants et 3 % de ceux achetés par les non-participants. Ce chevauchement est donc exclu des résultats de la présente évaluation sur les thermostats électroniques.

Programme nouvelle construction

- Un taux d'opportunisme de 22 %;
- Une influence limitée d'Hydro-Québec chez les participants (3 %) et les non-participants (9 %).

Économies générées

- De 2007 à 2009, le programme BE a généré des économies totales nettes de 275 GWh;
- De 2008 à 2009, le programme NC a généré des économies totales nettes de 25 GWh;
- Les gains bruts par thermostat varient entre 85 kWh et 151 kWh selon le segment;
- Hydro-Québec a influencé plus de deux millions de thermostats au total;

- Les gains nets sont inférieurs aux chiffres du suivi interne d'Hydro-Québec (93 % et 72 % respectivement dans BE et NC).

Les tableaux 1-2 et 1-3 présentent la synthèse des économies des programmes évalués.

Tableau 1-2 Impact énergétique net du programme BE (2007-2009)

Bâtiment existant	Nombre d'unités	Économie unitaire (kWh)	Économies totales (GWh) ¹
Participants		102	
Nombre d'unités	1 083 272		110,5
Opportunisme	-346 647		-35,4
Chevauchement	-53 486		-5,5
Effet des communications (53 % de 32 %)	183 723		18,7
Total influencé (P)	866 862		88,4 ± 9 %
Non participants		151	
Nombre d'unités	2 847 012		
Bénévolat	1 309 626		197,8
Chevauchement	-75 140		-11,3
Total influencé (NP)	1 234 486		186,4 ± 6 %
Total influencé par Hydro-Québec	2 101 348		274,8 ± 7 %
Suivi Hydro-Québec (GWh)	2 132 956		296,2
Écart (GWh)			- 21,4
Taux de réalisation du suivi (%)			93 %

Tableau 1-3 Impact énergétique net du programme NC (2008-2009)

Nouvelle construction	Nombre d'unités	Économie unitaire (kWh)	Économies totales (GWh) ²
Participants		85	
Nombre d'unités	356 737		30,3
Opportunisme	-78 482		-6,7
Entraînement	10 702		0,9
Total influencé (P)	288 957		24,6
Non participants		85	
Nombre d'unités	85 106		
Bénévolat	7 660		0,7
Total influencé (NP)	7 660		0,7
Total influencé par Hydro-Québec	296 617		25,2 ± 12 %
Suivi Hydro-Québec (GWh)	304 941		34,9
Écart (GWh)			- 9,7
Taux de réalisation du suivi (%)			72 %

¹ Les marges d'erreur indiquées dans cette colonne sont celles associées à l'échantillonnage. Elles ne tiennent pas compte de l'erreur non statistique associée à la modélisation.

² Les marges d'erreur indiquées dans cette colonne sont celles associées à l'échantillonnage. Elles ne tiennent pas compte de l'erreur non statistique associée à la modélisation.

1.5 Conclusions et recommandations

1) Le programme BE a généré des économies nettes totales de 275 GWh pour les années 2007-2009.

Recommandation 1A : Pour 2007-2009, Hydro-Québec doit comptabiliser des économies de 275 GWh. Par ailleurs, elle doit réviser le taux d'opportunité utilisé dans le suivi interne du programme en fonction des résultats de l'évaluation. Les économies unitaires brutes à utiliser dans le suivi interne du programme sont de 102 kWh par thermostat pour les participants et de 151 kWh par thermostat pour les non-participants. De plus, les économies des thermostats des participants doivent être ajustées en fonction d'un taux d'opportunité de 32 % et d'un effet des communications d'Hydro-Québec de 17 %, comme établi dans la présente évaluation. Les économies indirectes (non-participants) doivent être comptabilisées séparément. Une estimation prudente des économies annuelles futures doit se baser sur les économies annuelles observées pour 2007-2009 chez les non-participants et tenir compte d'un possible fléchissement des ventes causé par une saturation progressive du marché.

Recommandation 1B : HQD doit mesurer de façon régulière l'évolution du parc des thermostats de façon à estimer correctement le volume des ventes des thermostats électroniques hors du programme.

2) Le programme NC a généré des économies nettes totales de 25 GWh pour les années 2008-2009.

Recommandation 2 : Pour 2008-2009, Hydro-Québec doit comptabiliser des économies de 25 GWh. Par ailleurs, elle doit réviser le taux d'opportunité utilisé dans le suivi interne du programme en fonction des résultats de l'évaluation. Pour les économies des thermostats des participants, des économies unitaires brutes (85 kWh) ajustées en fonction d'un taux d'opportunité de 22 % et d'un effet d'entraînement de 3 %, comme établi dans la présente évaluation, devraient être utilisées. Les économies indirectes (non-participants) devraient être comptabilisées au moment de la prochaine évaluation puisqu'une estimation prudente à partir des nombres d'unités installées en 2008-2009 donne des économies très petites.

3) L'impact d'Hydro-Québec dans les deux programmes est similaire à celui observé en 2004-2006 en terme du nombre d'unités influencées.

Recommandation 3 : HQD doit maintenir les programmes BE et NC pour 2010-2011 tout en continuant ses efforts pour influencer l'achat et l'installation de thermostats électroniques.

4) L'impact du comportement des occupants sur le gain unitaire, via l'abaissement des températures de consigne dans leur résidence, serait plus important que prévu .

Recommandation 4 : Dans ce contexte, Hydro-Québec doit intensifier ses efforts pour inciter les ménages qui installent des thermostats électroniques à réduire leur température de consigne.

2 Contexte et objectifs

2.1 Description des programmes évalués

2.1.1 Objectifs des programmes

Programme BE

Depuis 2004, le programme BE offre aux clients résidentiels un rabais à l'achat et à l'installation de thermostats électroniques dans les bâtiments existants. Ce programme a pour objectifs :

- d'obtenir des économies d'énergie en stimulant la vente et l'installation de thermostats électroniques;
- de sensibiliser la clientèle aux avantages des thermostats électroniques;
- de favoriser l'installation et l'utilisation efficace des thermostats électroniques.

Programme NC

Depuis 2004 également, le programme NC offre un appui financier aux maîtres électriciens qui œuvrent dans la nouvelle construction. Ce programme a pour objectifs :

- d'encourager l'installation de thermostats électroniques dans la nouvelle construction;
- de favoriser la pérennité des pratiques dans l'industrie en vue de transformer le marché à long terme.

2.1.2 Appuis financiers³ et modalités

Programme BE

Pour être admissibles au programme BE, les clients résidentiels doivent faire l'acquisition de cinq thermostats électroniques ou plus. Ils peuvent obtenir le rabais soit en retournant un coupon ou directement à la caisse chez certains détaillants participants. Pour les résidences unifamiliales, le rabais à l'achat peut atteindre un montant maximal de 65 \$ à l'achat de sept thermostats électroniques (45 \$ pour les cinq premiers, 10 \$ pour le sixième et 10 \$ pour le septième). Le programme prévoit aussi une compensation financière pour l'installation des thermostats par un maître électricien jusqu'à concurrence de 65 \$. Cela représente donc un maximum de 130 \$ au total pour l'achat et l'installation.

Pour les logements multiples, les modalités sont différentes. En effet, l'installation par un maître électricien est obligatoire pour avoir droit au remboursement de 90 \$ pour les cinq premiers thermostats achetés et installés puis de 20 \$ pour chaque thermostat additionnel acheté et installé, sans limites quant au nombre de thermostats.

³ Ces appuis financiers s'appliquaient au début de la période d'évaluation.

Programme NC

Pour être admissibles au programme NC, les maîtres électriciens doivent installer au moins quatre thermostats dans les maisons unifamiliales, les duplex ou les triplex. Dans les immeubles de quatre logements ou plus, ils doivent en installer au moins cinq. Dans tous les cas, il n'y a pas de limite quant au nombre de thermostats installés.

La remise octroyée aux maîtres électriciens s'élève à 40 \$ par thermostat dans les maisons unifamiliales, les duplex et les triplex. Dans les immeubles de quatre logements ou plus, la remise se chiffre à 90 \$ pour les cinq premiers thermostats et à 20 \$ pour chaque thermostat additionnel.

2.2 Objectifs de l'évaluation

Le but de la présente évaluation est de mesurer l'impact énergétique associé à l'influence d'Hydro-Québec sur l'installation de thermostats électroniques dans le cadre des programmes BE et NC. Cette étude vise spécifiquement les objectifs suivants :

- établir le nombre de thermostats électroniques installés dans chacun des marchés visés (bâtiment existant et nouvelle construction);
- évaluer le niveau d'influence d'Hydro-Québec sur l'installation de thermostats;
- estimer les économies brutes moyennes générées par thermostat;
- calculer l'impact énergétique net attribuable à Hydro-Québec.

La présente évaluation mesure l'impact énergétique de deux programmes qui concernent les thermostats électroniques pour les périodes indiquées au tableau 2-1.

Tableau 2-1 Période de référence

Volet	Période évaluée
Bâtiment existant (BE)	2007 à 2009
Nouvelle construction (NC)	2008 à 2009

3 Méthodologie

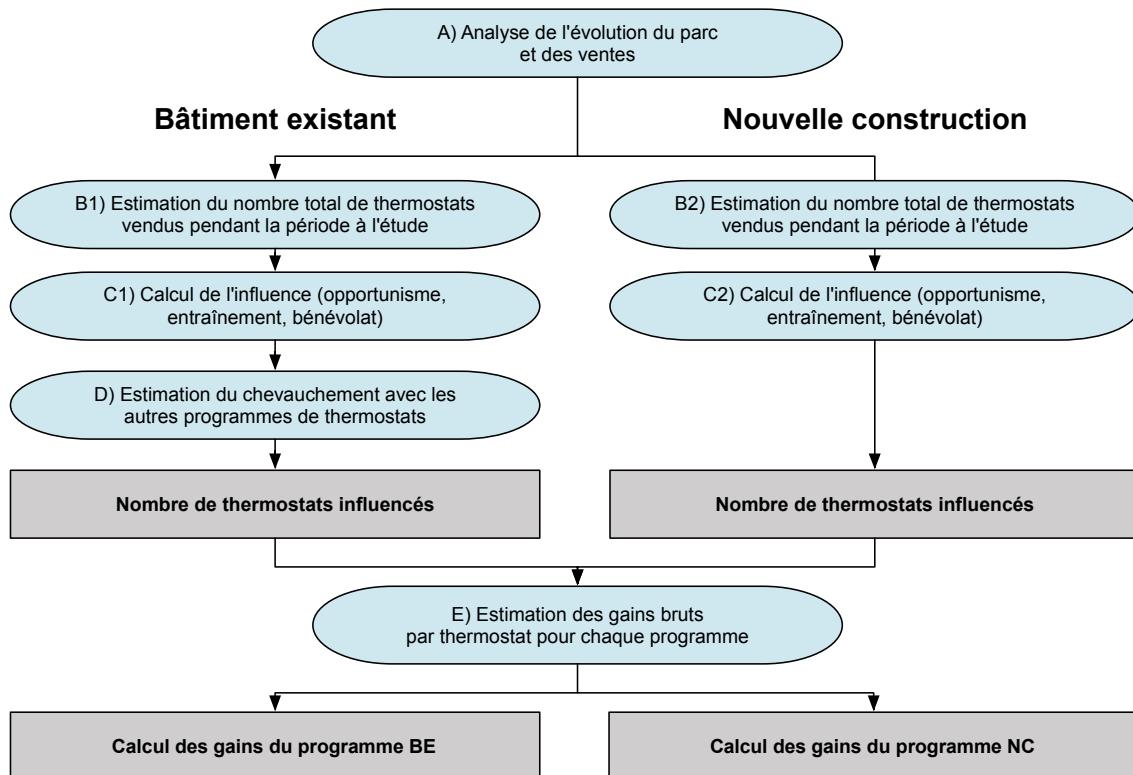
3.1 Aperçu de la méthodologie

La méthodologie utilisée pour l'évaluation du programme des thermostats électroniques (programmes BE et NC) combine plusieurs approches pour obtenir l'estimation la plus solide possible des gains du programme. L'analyse se base notamment sur :

- des données de sondage;
- la consommation totale annuelle d'électricité (facturation en kWh);
- des simulations de la consommation d'énergie de bâtiments types;
- des modélisations du fonctionnement de la plinthe électrique;
- l'harmonisation du calcul des gains pour les deux programmes (BE et NC);
- la triangulation à partir de sources d'information multiples.

Le diagramme 3-1 présente la méthodologie d'évaluation d'impact énergétique utilisée dans le cadre de la présente évaluation.

Diagramme 3-1 Synthèse de la méthodologie



Les sections qui suivent décrivent les sources de données utilisées de même que chacune des étapes illustrées au diagramme 3-1.

3.2 Sources de données

Le tableau 3-1 décrit les principales sources de données primaires utilisées dans le cadre de l'évaluation d'impact.

Tableau 3-1 Sources de données

Population visée	Entrevues complétées	Taux de réponse (%)	Marge d'erreur (%)	Dates de collecte
Bâtiment existant				
1) Ensemble des ménages	2 512	51	± 2	9 avril au 5 mai 2010
2) Acheteurs de minuteriers	1 000	53	± 4	13 mai au 6 juin 2010
Participants	500	53	± 5	
Non-participants	500	53	± 5	
Nouvelle construction				
1) MELS	500	50	± 4	8 au 29 juin 2010
Participants	250	50	± 5	
Non-participants	250	50	± 6	
2) Entrepreneurs en construction	402	53	± 6	29 avril au 25 mai 2010
3) Occupants des logements visés	502	50	± 5	9 au 30 sept. 2010

3.2.1 Ensemble des ménages

Le sondage téléphonique (15 minutes) auprès de 2 512 ménages québécois a été réalisé au printemps 2010. L'enquête a permis de mesurer l'état du parc des thermostats dans l'ensemble des résidences principales du Québec.

Par ailleurs, afin de renforcer l'estimation du volume des ventes de thermostats, les données provenant du sondage ont été comparées avec :

- les résultats d'autres études réalisées par Hydro Québec;
- des données de vente fournies par des manufacturiers ou des distributeurs.

Les informations provenant de l'ensemble de ces sources ont été considérées dans le cadre de la présente évaluation.

3.2.2 Acheteurs participants et non participants

Le sondage téléphonique (30 minutes) auprès des acheteurs de thermostats électroniques participants (ayant reçu le rabais d'Hydro-Québec, n : 500) ou non participants (n : 500) a eu lieu au printemps 2010. Il a permis de mesurer les habitudes d'utilisation des thermostats électroniques acquis durant la période étudiée et l'influence d'Hydro-Québec sur la décision d'installer ce produit.

La base de sondage pour les participants au programme BE a été extraite à partir de la banque de données d'Hydro-Québec. Pour les non-participants, l'échantillon de numéros de téléphone utilisé pour réaliser le sondage a été constitué progressivement en identifiant les acheteurs de thermostats dans le cadre d'un sondage omnibus réalisé par SOM entre 2007 et 2010. L'achat de thermostats électroniques et l'obtention ou non d'un rabais ont toutefois été validés à nouveau en début d'entrevue.

3.2.3 Maîtres électriciens

Le sondage téléphonique (25 minutes en moyenne) a été réalisé à la fin du printemps 2010 auprès de 250 MELS participants (ayant soumis une demande dans le cadre du programme) et de 250 MELS non participants. L'estimation du nombre de thermostats installés hors programme et celle de l'influence d'Hydro-Québec sur l'installation des thermostats électroniques se basent sur cette enquête.

Des listes de l'ensemble des MELS visés, fournies par Hydro-Québec, ont permis de constituer l'échantillon.

3.2.4 Entrepreneurs en construction

Un total de 402 entrepreneurs en construction ont été consultés à l'aide d'un sondage téléphonique (16 minutes en moyenne) au printemps 2010. Le sondage a permis de valider le nombre de thermostats électroniques installés hors programme NC par les maîtres électriciens et de confirmer les perceptions des MELS au sujet de l'influence d'Hydro-Québec sur la décision d'installer les thermostats électroniques.

3.2.5 Occupants des logements participants

Le sondage (22 minutes) auprès de 502 occupants de logements où des thermostats électroniques ont été installés dans le cadre du programme a été complété à la fin de l'été 2010. La démarche a permis de valider les types de thermostats installés dans les habitations et de connaître les habitudes d'utilisation de ce produit.

3.3 Étapes A et B : estimation du nombre de thermostats hors programme

3.3.1 Programme BE

Comme les économies générées par les non-participants pourraient être considérables, une estimation très fiable du nombre de thermostats électroniques vendus pendant la période étudiée est essentielle pour estimer correctement l'ampleur des effets de distorsion dans le programme BE.

Le sondage auprès de l'ensemble des ménages permet d'obtenir une estimation de l'évolution du parc et de l'ampleur des ventes de thermostats pendant la période étudiée. Afin de trianguler les résultats obtenus, les estimations faites à partir du sondage ont été comparées à plusieurs autres sources de données, soit :

- des estimations sur l'évolution du parc et du nombre de thermostats installés pendant la période à partir d'autres sondages réalisés par Hydro-Québec;
- les données de ventes fournies par certains manufacturiers ou distributeurs

Les données provenant de l'ensemble de ces sources ont été comparées afin de vérifier la cohérence des résultats de cette évaluation. Le nombre de thermostats électroniques installés pendant la période étudiée se base donc sur les résultats de cette analyse

3.3.2 Programme NC

Dans le programme NC, l'estimation du nombre de thermostats installés hors programme repose principalement sur les déclarations des MELS. Le calcul du nombre de thermostats dépend de la quantité d'immeubles neufs dans lesquels les MELS affirment avoir installé ces produits. Une comparaison du nombre total d'immeubles neufs obtenu des MELS avec les réponses des entrepreneurs et les données sur les mises en chantier (SCHL) permet de trianguler les résultats. Un facteur d'ajustement appliqué aux réponses des MELS élimine ensuite toute distorsion importante du nombre total d'immeubles.

3.4 Étape C : estimation de l'influence d'Hydro-Québec

3.4.1 Considérations générales

Dans les deux programmes, la méthode de calcul établie lors des évaluations précédentes sert à estimer l'influence d'Hydro-Québec sur l'installation des thermostats.

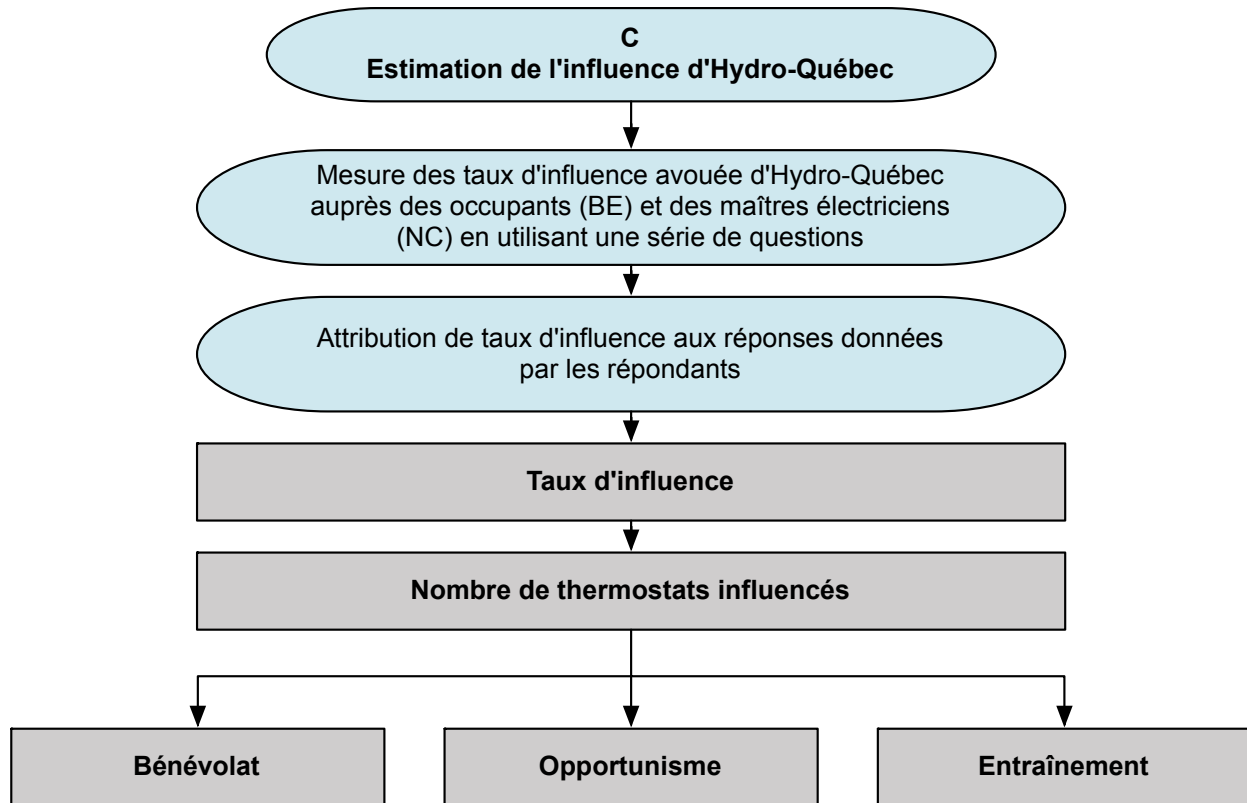
La procédure repose sur l'utilisation d'une série de questions qui visent à mesurer l'influence d'Hydro Québec selon la perception du répondant (l'occupant pour BE ou le MEL pour NC). Un résultat plus solide est obtenu en abordant le thème de l'influence sous différents angles. Un taux

d'influence, établi par un expert⁴, est associé à chacune des réponses possibles. Une moyenne de l'ensemble des questions permet enfin de calculer le taux d'influence global d'Hydro-Québec.

Les sections suivantes décrivent le calcul des taux d'influence pour chacun des programmes et pour chacun des effets de distorsion.

Le diagramme 3-2 présente l'approche utilisée pour le calcul de l'influence.

Diagramme 3-2 Méthode de calcul de l'influence



⁴ M. Nick Hall de TecMarket Works

3.4.2 Calcul de l'opportunité pour BE

Le tableau 3-2 présente les questions utilisées pour le calcul de l'opportunité de même que les taux d'influence associés à chacun des choix de réponse. Ces taux ont été établis par l'évaluateur en collaboration avec un expert⁵ en efficacité énergétique lors de la première évaluation du programme. Le choix du taux retenu tient compte :

- de la nature de chaque réponse (dans quelle mesure le répondant exprime une influence);
- du fait que les ménages sous-estiment généralement l'influence qu'ils ont subie parce qu'ils s'approprient la décision et rationalisent le processus.

Tableau 3-2 Calcul de l'opportunité

	Taux associé
Aviez-vous prévu d'acheter des thermostats ÉLECTRONIQUES avant même d'entendre parler du rabais offert par Hydro-Québec?	
Oui	0,6
Non	0,0
NSP	0,4
Le rabais offert par Hydro-Québec est-il... d'acheter ces thermostats pour lesquels vous avez obtenu un rabais?	
La principale raison	0,0
Une raison importante	0,1
Une des raisons	0,2
Une raison secondaire	0,5
Aucun impact	0,8
Même si le rabais d'Hydro-Québec n'avait pas été disponible, vous auriez acheté le même nombre de thermostats électroniques depuis 2007, du même type et au(x) même(s) moment(s)?	
Tout à fait d'accord	0,6
Plutôt d'accord	0,1
Plutôt en désaccord	0,0
Tout à fait en désaccord	0,0
NSP	0,3
Vous m'avez dit avoir acquis « <X> » thermostats électroniques depuis 2007, combien auriez-vous acquis de thermostats électroniques au cours de la même période (depuis 2007) si vous n'aviez pas profité d'un rabais d'Hydro-Québec?	
Nombre de TÉ non influencés déclaré multiplié par :	Ratio x 0,5

Pour les trois premières questions, un taux d'opportunité est associé à chaque choix de réponse. Dans le cas de la quatrième question, le nombre de thermostats hypothétiquement achetés en l'absence de rabais est d'abord divisé par le nombre total de thermostats achetés. Le ratio obtenu est multiplié par 0,5 (divisé par 2) pour obtenir le taux d'opportunité associé à cette question.

⁵ Monsieur Nick Hall de la firme TecMarket Works, un expert reconnu dans le domaine de l'évaluation de programme aux États-Unis.

Pour compléter l'analyse, le calcul du taux d'opportunisme de la présente évaluation a été calibré à l'aide des résultats de l'analyse de facturation et de l'analyse technique de l'évaluation précédente du programme (2004-2006). La calibration permet d'ajuster le résultat du calcul pour reproduire le ratio observé entre l'économie brute provenant de l'analyse technique et l'économie nette obtenue avec l'analyse de facturation. Le ratio est établi comme suit :

- Taux d'opportunisme établi à partir des sondages lors de l'évaluation 2004-2006 : 32 %
- Taux d'opportunisme final 2004 -2006 calibré à l'aide de l'économie nette de l'analyse de facturation (en se basant sur la relation « économies nettes provenant de l'analyse de facturation ÷ économie brute provenant de l'analyse technique) : 30 %
- Ratio appliqué à la présente évaluation du taux d'opportunisme : $30 \% \div 32 \% = 94 \%$

Taux final calibré =
Résultat de la méthode du tableau 3-2 × 94 %

3.4.3 Calcul de l'entraînement et du bénévolat pour BE

Le calcul des effets d'entraînement et de bénévolat reprend la plupart des éléments de la méthode utilisée lors de l'évaluation de la période 2004-2006. Cette dernière considère trois composantes de l'influence et repose sur les résultats de trois questions correspondantes mesurées sur une échelle de 0 à 10. Un taux d'influence d'Hydro-Québec établi par l'évaluateur est associé à chaque choix de réponse. L'attribution des taux d'influence tient compte des mêmes facteurs que ceux expliqués précédemment en ce qui concerne l'opportunisme (réponse exprimée et sous-estimation de l'influence). Le tableau 3-3 présente les questions (composantes de l'influence) utilisées et les taux associés à chaque choix de réponse.

Tableau 3-3 Calcul de l'entraînement et du bénévolat

	Taux d'influence
Sur une échelle de 0 à 10, dans quelle mesure les éléments suivants ont-ils joué un rôle dans votre décision d'installer ces thermostats?	
Information et publicité concernant le programme d'HQ	
Information et publicité d'HQ sur l'efficacité énergétique	
Les recommandations du rapport DRMC (si Diagnostic rempli)	
Choix de réponse	
0 (pas important du tout)	0,1
1	0,2
2	0,3
3	0,4
4	0,5
5	0,5
6	0,5
7	0,8
8	0,9
9	1,0
10 (extrêmement important)	1,0
Ne sait pas	0,7

La méthode de calcul comporte deux étapes :

- l'établissement de l'influence globale d'Hydro-Québec basée sur la moyenne des résultats aux trois questions;
- la répartition de l'influence entre les trois composantes au prorata des notes obtenues pour chacune d'entre elles.

Le calcul de la répartition de l'influence est le suivant :

$$\begin{aligned} \text{Influence de la composante} = \\ \text{Influence globale} \times \\ (\text{Note de la composante} \div \text{Somme des notes des 3 composantes}) \end{aligned}$$

Dans le cas du DRMC, le calcul tient aussi compte de la proportion des acheteurs de thermostats qui ont participé au DRMC avant l'achat des thermostats (voir section 3.5.2)⁶. Par convention, les thermostats qui ont été influencés par le rapport du DRMC sont comptabilisés dans le cadre de ce dernier programme et sont donc exclus ici.

3.4.4 Calcul de l'opportunité pour NC

Le calcul du taux d'opportunité reprend la même méthode que celle utilisée lors de l'évaluation précédente. Il se base sur 3 variables.

1. La première est le nombre de thermostats électroniques installés par les maîtres électriciens pendant la période de l'évaluation. La multiplication du nombre d'unités d'habitation où les électriciens ont procédé à des installations⁷ par le nombre moyen de thermostats par unité⁸ et par la proportion de thermostats installés qui sont électroniques donne ce résultat.

$$\begin{aligned} \text{Nombre de thermostats électroniques installés} = \\ \text{Nombre d'unités d'habitation} \times \\ \text{Nombre de thermostats par unité} \times \\ \text{Proportion de thermostats électroniques installés} \end{aligned}$$

2. La deuxième est la déclaration du MEL concernant la proportion de thermostats électroniques hypothétiquement installés en l'absence du programme.
3. La troisième est la proportion du temps pour laquelle le MEL décide du type de thermostats à installer.

⁶ Contrairement à l'évaluation de la période 2004-2006, la présente évaluation considère que l'influence du DRMC est nulle lorsque l'achat des thermostats est fait avant la participation au DRMC.

⁷ Cette valeur est triangulée avec les réponses des entrepreneurs et les données de la SCHL sur les mises en chantier.

⁸ Donnée issue de la dernière évaluation.

Le taux d'opportunisme s'établit ensuite comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Taux d'opportunisme} = & \\ & (\text{Nombre de thermostats électroniques installés} \times \\ & \text{Proportion de T  installés en l'absence du programme} \times \\ & \text{Proportion du temps où le MEL décide du type de thermostat}) \div \\ & \text{Nombre de thermostats électroniques installés} \end{aligned}$$

3.4.5 Calcul de l'entraînement et du bénévolat pour NC

Le calcul des effets d'entraînement et de bénévolat reprend aussi la même méthode que celle utilisée lors de l'évaluation précédente.

Le calcul de l'effet d'entraînement **chez les MELS participants** repose sur deux questions :

- La première question consiste à déterminer si le MEL installe parfois des thermostats électroniques sans demander la remise à Hydro-Québec. Une réponse négative conduit à un effet d'entraînement nul (0 %);
- Une réponse affirmative mène à une deuxième question qui quantifie la proportion de thermostats électroniques installés sans demande de remise.

La multiplication du nombre de thermostats électroniques installés par la proportion d'unités installées sans remise, divisée par le nombre de thermostats électroniques installés donne l'effet d'entraînement.

$$\begin{aligned} \text{Effet d'entraînement} = & \\ & (\text{Nombre de thermostats électroniques installés} \times \\ & \text{Proportion de thermostats électroniques sans remise}) \div \\ & \text{Nombre de thermostats électroniques installés} \end{aligned}$$

Le calcul de l'effet de bénévolat **chez les MELS non participants** s'effectue en trois étapes.

1. Le niveau d'influence d'Hydro-Québec sur le choix du type de thermostat installé provient d'une série de sept questions sur une échelle de 1 à 10. Des notes inférieures à 7 sur 10 pour toutes les questions conduisent automatiquement à un taux de bénévolat nul.
2. Ceux qui reconnaissent une influence (7 sur 10 à au moins une des questions) donnent une estimation de la proportion de thermostats électroniques hypothétiquement installés en l'absence du programme.
3. Le taux de bénévolat correspond à la multiplication du nombre de thermostats électroniques installés par la différence entre 100 % et la proportion de thermostats électroniques hypothétiquement installés en l'absence du programme, divisé par le nombre de thermostats électroniques installés.

$$\begin{aligned} \text{Taux de bénévolat} = & \\ & [\text{Nombre de thermostats électroniques installés} \times \\ & (\text{100 \%} - \% \text{ de T  installés en l'absence du programme})] \div \\ & \text{Nombre de thermostats électroniques installés} \end{aligned}$$

3.5 Étape D : chevauchement

3.5.1 Autres programmes touchant les thermostats

Comme Hydro-Québec a mis sur pied depuis 2004 plusieurs programmes pour promouvoir les thermostats électroniques, l'évaluateur doit aussi considérer un possible chevauchement entre ces derniers.

Étant donné que les règles et la nature des programmes des thermostats excluent la participation à plus d'un d'entre eux, les thermostats des participants sont nécessairement comptabilisés qu'une seule fois.

Les non-participants au programme BE incluent l'ensemble des ménages québécois qui n'ont pas participé à ce programme. Cela comprend :

- des ménages qui n'ont pas installé de thermostats (pas d'économies);
- des ménages qui ont installé des thermostats sans participer à aucun des autres programmes d'Hydro-Québec (économies en fonction de l'influence avouée);
- des ménages qui habitent des logements où des thermostats électroniques ont été installés dans le cadre d'autres programmes d'Hydro-Québec (économies en fonction de l'influence avouée).

Le programme BE comptabilise les économies influencées générées par les deux derniers groupes de la liste précédente. Pour qu'un chevauchement existe, il faut toutefois que le ménage habitant un logement touché par un autre programme prenne part à la décision d'installation et qu'il accorde à Hydro-Québec un impact sur cette dernière. Dans le cas contraire, les thermostats du ménage sont considérés comme non influencés par Hydro-Québec dans le programme BE et il n'existe alors aucun chevauchement.

Par exemple, le propriétaire d'une maison neuve pour laquelle l'électricien a reçu une subvention pourrait répondre dans le sondage qu'il a acquis des thermostats électroniques. S'il accorde à Hydro-Québec un impact sur sa décision, les économies d'énergies pourraient être comptées dans les deux programmes (BE non-participant et NC).

Le chevauchement est toutefois négligeable avec les programmes qui touchent les locataires, car ces derniers influencent très peu la décision d'installer les thermostats dans les programmes qui visent les immeubles locatifs.

Pour les programmes qui visent les propriétaires (thermostat NC et Novoclimat), le sondage auprès des électriciens dans NC montre que le propriétaire participe à la décision dans 25 % des cas. Ce dernier influence donc une faible proportion des thermostats installés dans le cadre des autres programmes. Ce taux d'influence est appliqué pour les programmes thermostats NC et Novoclimat, soit les deux programmes destinés principalement aux « propriétaires » où il pourrait y avoir du chevauchement.

Les programmes considérés ici touchent principalement les propriétaires, mais un taux de 25 % a été retenu pour l'ensemble de ces programmes, ce qui est conservateur, car le taux d'influence dans le cas des locataires est certainement beaucoup plus faible.

Le calcul du chevauchement comprend deux étapes :

- L'estimation de la proportion des occupants des logements touchés par chacun des autres programmes qui peuvent avoir une influence sur la décision d'installer les thermostats;
- La multiplication par la proportion de thermostats non subventionnés qui sont influencés dans le programme BE.

L'exemple (hypothétique) suivant permet de mieux comprendre la méthode de calcul précédente.

- Le programme A s'est vu attribuer un total de 80 000 thermostats. Compte tenu de la nature des ménages touchés par ce programme, les occupants jouent un rôle dans la décision d'installer les thermostats dans 25 % des cas, ce qui correspond à 20 000 thermostats.
- Si, par exemple, 40 % des thermostats des non-participants au programme BE sont influencés par Hydro-Québec, alors 40 % (8 000) des 20 000 thermostats du programme A sont considérés en chevauchement.

Les programmes pris en compte pour évaluer le chevauchement sont :

- Thermostats NC (80 % des thermostats du programme, car ce dernier touche aussi des immeubles à logements);
- Rénovation énergétique, ménages à faibles revenus;
- Novoclimat (volet unifamilial seulement).

3.5.2 DRMC

Le calcul du chevauchement du programme des thermostats (BE) avec celui du DRMC tient compte des variables suivantes :

- L'acheteur de thermostat a-t-il participé au DRMC avant l'achat des thermostats?
- L'achat des thermostats a-t-il été influencé par la participation au DRMC?

Une réponse positive à ces deux questions implique un chevauchement. Le tableau 3-4 présente le calcul du chevauchement, pour les participants et les non-participants.

Tableau 3-4 Calcul du chevauchement

	A Participation au DRMC	B Participation avant l'achat	C Influence possible (A X B)	D Notes d'influence			E % d'influence DRMC (D3 ÷ Somme D)	Influence DRMC (C X E)
				D1 Publicité sur les thermo.	D2 Communications générales	D3 DRMC		
Participant	43 %	47 %	20 %	6,12	6,75	6,14	32 %	7 %
Non-participant	31 %	39 %	12 %	3,95	6,02	5,57	36 %	4 %

Pour déterminer si le DRMC a influencé l'achat, l'influence des trois facteurs est répartie en fonction de l'importance accordée à chacun par le répondant (au prorata des notes accordées). La part d'influence du DRMC n'est pas comptabilisée dans le programme des thermostats dans le calcul des effets d'entraînement et de bénévolat (voir section 3.4.3). De plus, le chevauchement

avec le DRMC doit être retranché pour les thermostats influencés par le rabais parce que certains participants ont pu obtenir le rapport du DRMC avant l'achat des thermostats.

3.6 Étape E : estimation des gains bruts par thermostat

3.6.1 Présentation

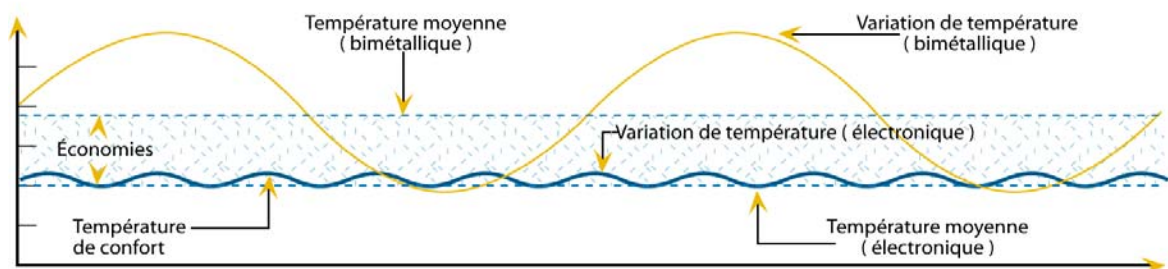
La présente évaluation couvre les deux programmes thermostats BE et NC. SOM a déjà réalisé une évaluation du programme BE (2004-2006) alors qu'Econoler a fait celle du programme NC (2004-2007). Les deux firmes ont utilisé deux méthodologies différentes pour établir l'impact énergétique de ces programmes.

Les résultats obtenus dans le cadre du présent mandat d'évaluation doivent toutefois se baser sur une méthodologie commune pour évaluer l'impact énergétique, afin que les économies dans les deux marchés concernées soient les plus cohérentes possible. Pour atteindre cet objectif, SOM a déployé des efforts considérables pour élaborer un modèle qui estime les économies d'énergie brutes de façon uniforme pour chacun des programmes. Le modèle développé atteint ce but en tenant compte de la nature spécifique des bâtiments visés par chacun des deux programmes (âge, types de bâtiment, caractéristiques des bâtiments, consommation d'électricité, habitudes des occupants, etc.).

La méthode consiste à estimer l'ampleur de deux phénomènes qui sont théoriquement à la source des économies générées par les thermostats électroniques, soit :

1. **Le gain relié à la température de consigne maintenue** qui, aux fins de notre analyse, est décomposé en deux éléments distincts :
 - **Gain d'ajustement** : économies provoquées par la baisse de la température de consigne déclarée par l'occupant.
 - **Gain de précision** : le thermostat électronique maintient une température constante exempte des fluctuations importantes qui sont l'attribut du thermostat bimétallique. Ceci entraîne une baisse imperceptible (non déclarée) de la température de consigne tout en gardant la pièce au niveau du confort recherché. Le confort ressenti avec le thermostat électronique est donc beaucoup plus stable, voire le même qu'avec le thermostat bimétallique remplacé. Toutefois, la température de consigne moyenne maintenue pour atteindre un confort équivalent est en réalité plus basse. Cet effet est plus probable dans les pièces fréquemment occupées.

Diagramme 3-3 Comparaison des thermostats bimétallique et électronique



2. **Le Gain de convection** provoqué par le mode de fonctionnement du thermostat électronique qui réduit les pertes de chaleur le long du mur ou de la fenêtre, en faisant chauffer la plinthe à une température moins élevée et de façon plus constante.

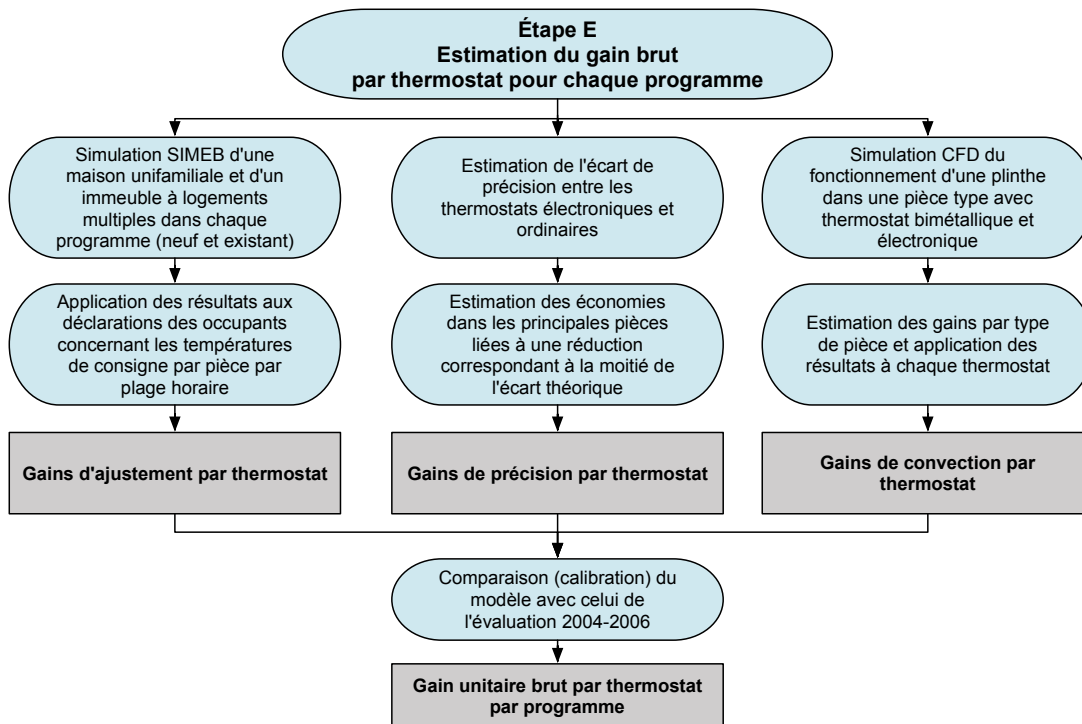
Le premier phénomène s'explique par une variation de la température de consigne. Le mode de fonctionnement du thermostat lui-même explique le second phénomène, soit le gain de convection qui survient en l'absence de variation de la température.

SOM et la firme d'ingénieurs Pageau, Morel et associés, ont donc réalisé :

- quatre simulations de bâtiments à l'aide du logiciel SIMEB;
- deux simulations de la dynamique des fluides dans une pièce chauffée par une plinthe électrique (l'une avec un thermostat bimétallique et l'autre avec un thermostat électronique);
- un calcul d'ingénierie pour estimer l'effet de précision à partir de données fournies par le LTÉ;
- une analyse des données de facturation pour estimer la part du chauffage dans la consommation totale de la résidence;
- un modèle (feuille de calcul) qui permet d'intégrer les résultats des simulations aux réponses aux sondages des occupants des logements et aux données de facturation (consommation annuelle après l'installation).

Le diagramme 3-4 présente les étapes de l'approche utilisée.

Diagramme 3-4 Calcul des économies brutes



Les sections qui suivent décrivent en détail chacune des étapes de l'estimation des gains bruts des thermostats.

3.6.2 La simulation SIMEB et l'effet de précision

Le LTÉ a développé le progiciel SIMEB⁹ afin de simuler la consommation énergétique des bâtiments. La simulation faite à l'aide de SIMEB sert à établir l'économie d'énergie obtenue en réduisant la température (gains d'ajustement et de précision). L'évaluation a requis la réalisation de quatre simulations, soit deux dans chacun des deux programmes :

- une résidence unifamiliale;
- une habitation à logements multiples.

La simulation des bâtiments se déroule en quatre étapes :

- l'établissement des paramètres de base du modèle;
- la simulation de l'impact d'une baisse de 1 degré Celsius pendant une année typique;
- l'application des résultats de la simulation aux déclarations des occupants concernant la température de consigne;

⁹ SIMEB est un progiciel de simulation énergétique des bâtiments qui utilise le modèle d'analyse DOE2.

- L'application des résultats de la simulation aux valeurs théoriques retenues pour l'ajustement de température lié à l'effet de précision.

La première étape de la simulation consiste à établir les paramètres de base qui définiront les bâtiments (isolation, consommation des équipements branchés aux prises électriques et pour l'éclairage, nombre d'occupants, importance de la fenestration, etc.).

Les tableaux 3-5 et 3-6 et 3-7 présentent les principaux paramètres utilisés.

Tableau 3-5 Paramètres pour l'isolation et l'infiltration (en unités impériales)

Types d'habitation et valeurs R	BE	NC
UNIFAMILIALE		
Valeur R de l'isolation des murs	16,87	24
Valeur R de l'isolation du toit	26,58	41
Valeur R de l'isolation des murs du sous-sol	13,92	17
Valeur R de l'isolation de la dalle de béton du sous-sol	1,0	5,0
Valeur R des fenêtres	2,0	2,0
Infiltration (changements d'air à l'heure, compte tenu de la ventilation mécanique)	0,28	0,28
MULTIPLEX		
Valeur R de l'isolation des murs	12,95	24
Valeur R de l'isolation du toit	17,1	41
Valeur R de l'isolation des murs du sous-sol	11,87	17
Valeur R de l'isolation de la dalle de béton du sous-sol	1,0	5,0
Valeur R des fenêtres	2,0	2,0
Infiltration (changements d'air à l'heure, compte tenu de la ventilation mécanique)	0,25	0,25

Tableau 3-6 Autres caractéristiques

Hypothèses	Valeur retenue pour les deux programmes (BE et NC)
Hauteur des étages	10 pi
Hauteur de baie vitrée coulissante	6,9 pi
Hauteur de fenêtre	4 pi
Personnes par famille	3 pers.
Éclairage	0,7 W/pi ²
Charges aux prises	0,46 W/pi ²

La résidence unifamiliale compte six pièces et un sous-sol, de même qu'un garage attenant. La résidence à logements multiples compte quatre étages et sept logements (un garage et un logement au premier, et deux logements pour chacun des autres étages). Des valeurs tirées des sondages permettent d'établir les températures de consignes de départ. Les experts de Pageau, Morel et associés ont établi des valeurs réalistes pour la consommation d'eau chaude, la superficie des pièces et la fenestration. Le tableau 3-7 à la page suivante présente les superficies et l'importance de la fenestration pour chacune des pièces des modèles.

Tableau 3-7 Superficie et fenestration

Zones fonctionnelles	Surface au sol (pi ²)	Proportion de fenestration (%)
Unifamiliale		
Salon	225	6
Cuisine	120	22
Salle à manger	121	17
Chambre 1	263	4
Chambre 2	183	5
Chambre 3	182	5
Sous-sol	465	0
Garage	235	0
Multiplex		
Salon	458	16
Chambre 1	171	33
Chambre 2	105	7

La seconde étape de la modélisation consiste à simuler la consommation de la résidence pour chacun des usages¹⁰ dans le cas d'une année typique (d'heure en heure) de façon à obtenir l'économie d'énergie générée par une baisse de 1 °C. La simulation permet d'obtenir la consommation d'énergie (avant et après la baisse) pour chacune des pièces du modèle. L'économie de chacune des pièces est exprimée en pourcentage de la consommation totale de la résidence.

La troisième étape permet d'appliquer les résultats de la simulation aux baisses de température déclarées par les occupants dans chacune des pièces. L'économie est calculée en tenant compte de la baisse associée à chacune des plages horaires (6 h à 9 h, 9 h à 16 h, 16 h à 22 h et 22 h à 6 h pour la semaine et la fin de semaine). La baisse de température moyenne pondérée (selon le nombre d'heures de chaque plage) donne ensuite l'économie pour l'ensemble des plages horaires.

L'économie s'obtient à l'aide de la formule suivante :

$$\begin{aligned}
 \text{Gains d'ajustement} = & \\
 & \% \text{ d'économie provenant du modèle (immeuble et pièce correspondante}^{11}) \\
 & \text{pour } 1 \text{ °C (en \% de la consommation totale)} \times \\
 & \text{Baisse déclarée moyenne des plages horaires pour la pièce} \times \\
 & \text{Consommation totale réelle du répondant} \times \\
 & \text{Facteur d'ajustement moyen pour la part de chauffage}
 \end{aligned}$$

¹⁰ Chauffage de l'espace, eau chaude, éclairage, etc.

¹¹ Les pièces réelles dans la résidence de l'occupant peuvent être différentes de celles du modèle. Pour chacun des types de pièces identifiés par les répondants aux sondages, un facteur d'ajustement permet d'utiliser le résultat d'économie d'une des pièces du modèle (dans le type d'immeuble correspondant à celui du répondant). Par exemple, 10 % des économies d'une chambre sont attribuées dans le cas d'un corridor.

Le facteur d'ajustement moyen pour la proportion du chauffage permet de tenir compte de l'écart entre la part de chauffage observée dans le modèle et celle observée à l'aide des données de facturation. Dans chaque programme, un facteur d'ajustement moyen est calculé pour les participants et pour les non-participants.

Le résultat des trois premières étapes donne le gain d'ajustement pour chaque thermostat électronique installé pendant la période étudiée dans chaque ménage sondé.

La quatrième étape consiste à appliquer les résultats du modèle pour calculer le gain de précision. Ce dernier s'applique lorsque l'occupant déclare que la température est demeurée inchangée après l'installation du thermostat électronique.

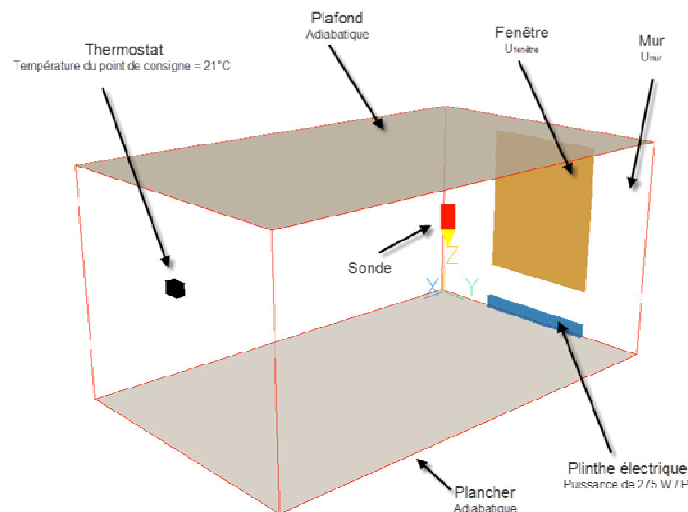
Le principe du calcul du gain de précision est le même que pour les baisses de température déclarées. La différence est que c'est l'écart de précision entre les deux types de thermostats, soit 1,90 degré Celsius, qui sert à estimer les économies à l'aide des résultats du modèle SIMEB. Par souci de prudence, le calcul des gains de précision utilise la moitié de la valeur estimée ($1,90 \text{ degré} * 50 \% = 0,95 \text{ degré}$). L'écart de précision entre les deux types de thermostats provient d'analyses du LTÉ d'Hydro-Québec. Pour qu'un gain soit présent, le thermostat électronique doit remplacer un thermostat bimétallique (BE). Dans le programme NC, le scénario de référence est toujours un thermostat bimétallique.

Le résultat de la quatrième étape donne le gain de précision pour chaque thermostat électronique installé pendant la période étudiée dans chaque ménage sondé.

3.6.3 La simulation CFD

La simulation de la mécanique des fluides dans une pièce typique chauffée par une plinthe électrique permet d'estimer dans quelle mesure le mode de fonctionnement du thermostat électronique permet de réaliser des économies. Un modèle d'une pièce chauffée à l'aide d'une plinthe électrique contrôlée par un thermostat sert de base à la simulation. Le diagramme 3-5 illustre la pièce simulée.

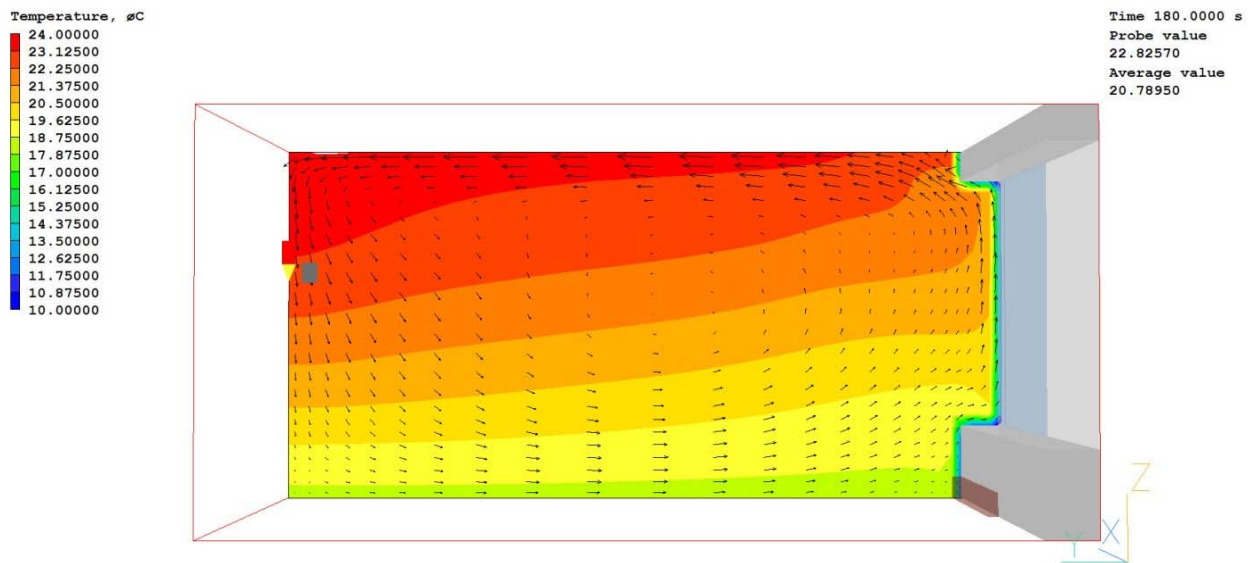
Diagramme 3-5 Pièce simulée dans le modèle CFD



Le modèle informatique permet de simuler la mécanique des fluides (le fluide étant ici l'air ambiant) dans la pièce lorsque la plinthe électrique chauffe. L'écart de consommation entre une simulation d'une plinthe contrôlée par un thermostat électronique et d'une autre qui l'est avec un thermostat bimétallique permet d'estimer les économies. Le thermostat électronique fait fonctionner la plinthe à plus faible puissance et de façon plus constante, alors que le thermostat bimétallique la fait chauffer à pleine puissance souvent pendant de longues périodes et l'arrête complètement ensuite.

La simulation permet de visualiser la circulation de l'air et les niveaux de température et d'estimer les transferts d'énergie avec l'environnement du modèle. Le diagramme 3-6 illustre le type de résultats obtenus (ici le fonctionnement du thermostat bimétallique à une température extérieure de 5 °C).

Diagramme 3-6 Exemple de résultats d'une simulation



Les résultats de la simulation pour une pièce type permettent ensuite d'estimer l'économie pour chacune des pièces d'un multiplex et d'une unifamiliale typique (les mêmes pièces types que celle du modèle SIMEB). Pour chaque programme, un ingénieur de la firme Pageau, Morel et associés a déterminé les gains applicables à chacune des pièces en tenant compte de la superficie de la pièce et de l'importance de la fenestration.

Pour chacune des pièces dans laquelle un participant ou un non-participant déclare avoir remplacé un thermostat bimétallique par un électronique, l'économie de la pièce correspondante du modèle est appliquée de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \text{Gains de convection} = & \\ & \% \text{ d'économie provenant du modèle (immeuble et pièce correspondante)}^{12}) \\ & \text{Consommation totale réelle du répondant} \times \\ & \text{Facteur d'ajustement moyen pour la part de chauffage}^{13} \end{aligned}$$

3.6.4 Intégration des résultats

L'addition des trois types de gains permet d'obtenir l'économie totale générée par chaque thermostat (dans chacune des pièces du ménage).

3.6.5 Ajustement du modèle de calcul

La dernière étape de l'établissement des économies brutes par thermostat consiste à comparer les résultats du modèle avec ceux de l'évaluation technique du programme BE pour la période 2004 à 2006. L'intégration des réponses obtenues auprès des occupants lors de la première évaluation au nouveau modèle permet de recalculer les économies brutes de 2004-2006.

Le résultat montre que les économies calculées avec la nouvelle méthode sont très proches (moins de 2,5 % d'écart) de celles obtenues lors de la première évaluation. Les marges d'erreur de l'estimation par les modèles font en sorte que la différence n'est pas jugée significative. Dans ces conditions, un facteur d'ajustement appliqué au nouveau modèle de calcul permet de reproduire exactement le résultat de la première évaluation (avec les données qui proviennent des répondants de 2004-2006).

Ceci permet :

- de s'assurer que la calibration de l'effet d'opportunisme avec le ratio des économies nettes et brutes est toujours applicable (voir l'explication du facteur de calibration de 94 % à la page 18);
- une parfaite comparabilité des nouveaux résultats avec l'évaluation de la période 2004-2006.

¹² Les pièces réelles dans la résidence de l'occupant peuvent être différentes de celles du modèle. Pour chacun des types de pièces identifiés par les répondants aux sondages, un facteur d'ajustement permet d'utiliser le résultat d'économie d'une des pièces du modèle.

¹³ Le facteur d'ajustement moyen pour la proportion du chauffage permet de tenir compte de l'écart entre la part de chauffage observée dans le modèle et celle observée à l'aide des données de facturation.

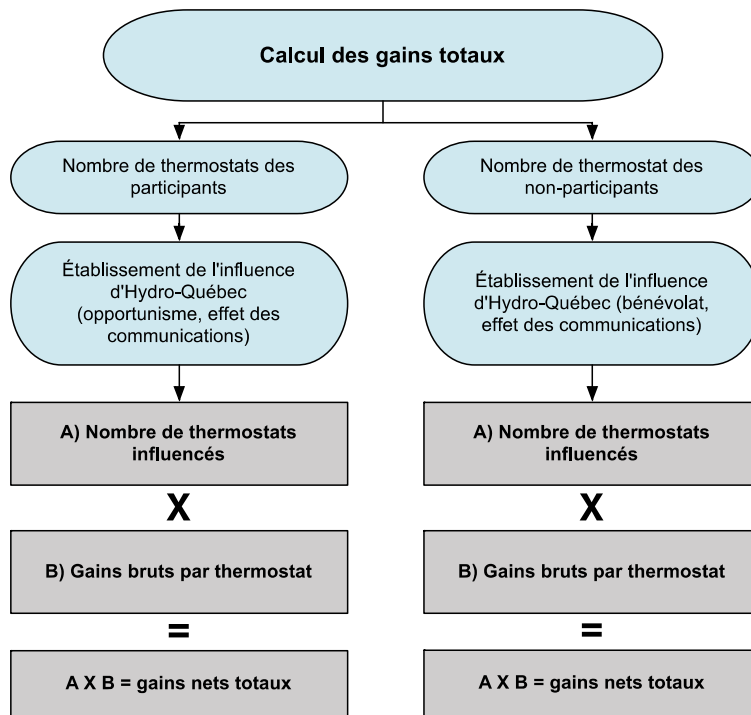
3.7 Calcul des gains totaux

La dernière étape consiste à calculer les gains totaux du programme. Le calcul relativement simple consiste à multiplier le nombre de thermostats influencés (voir section 3.4) par l'économie brute par thermostat (section 3.6).

$$\begin{aligned} \text{Économies nettes totales du programme} = \\ \text{Nombre de thermostats influencés (net des effets de distorsion)} \times \\ \text{Économies brutes par thermostat} \end{aligned}$$

Le calcul précédent est effectué séparément pour les participants et pour les non-participants dans chacun des deux programmes. Le diagramme 3-7 présente de façon schématique cette méthode de calcul.

Diagramme 3-7 Calcul des gains totaux



3.8 Limites de l'étude

L'estimation des économies unitaires de la présente évaluation repose sur des bases solides (données de facturation, triangulation de plusieurs résultats, modélisation et simulations).

En particulier, le calcul de l'économie unitaire brute par thermostat repose sur une quantification des phénomènes qui en sont la source, soit :

- le gain d'ajustement;
- le gain de précision;
- le gain de convection.

Le but est d'établir ainsi une économie agrégée de ces trois phénomènes la plus valable possible.

Les économies totales par thermostat obtenues à l'aide du modèle sont suffisamment précises et compatibles avec les résultats d'autres études (voir bibliographie). La répartition des économies selon les trois phénomènes fait toutefois intervenir des hypothèses et comporte une marge d'erreur (non statistique). Pour cette raison, la répartition des économies selon les trois types de gains doit être interprétée avec prudence.

4 Résultats de l'évaluation d'impact

4.1 Volume des ventes de thermostats

4.1.1 Analyse des données disponibles

Les informations sur les thermostats installés sont beaucoup plus fiables

Plusieurs études réalisées pour le compte d'Hydro-Québec au cours des dernières années contiennent des informations qui portent sur :

- le nombre de thermostats électroniques installés dans les résidences principales;
- le volume d'achat de ces produits pour une période donnée.

De plus, Hydro-Québec a obtenu les données de ventes des manufacturiers ou des distributeurs, ce qui permet de déduire un volume de thermostats vendus en les combinant aux parts de marché obtenues à partir des sondages¹⁴.

L'analyse de ces multiples sources a permis de faire les constats suivants :

- les données sur le nombre de thermostats installés dans les résidences principales indiquent des résultats similaires, quelle que soit leur provenance;
- les données sur les nombres de thermostats achetés pendant une période de référence sont très variables d'une étude à l'autre, ce qui révèle le manque de fiabilité de ce type de résultats;
- les estimations du volume des ventes faites à partir des données fournies par les manufacturiers sont elles aussi très variables.

Étant donné la grande fiabilité des données sur le nombre de thermostats installés dans les résidences, la méthode repose donc sur cette source.

4.1.2 Calcul du volume des ventes

Le volume des ventes est de près de 4 millions de thermostats électroniques pour la période 2007-2009

La méthode retenue consiste d'abord à établir l'écart entre le nombre de thermostats électroniques muraux installés dans les résidences au début (2007) et à la fin (2009) de la période étudiée. Ce calcul donne un écart de 2 900 000 thermostats électroniques muraux entre ceux installés au début 2007 et ceux qui le sont à la fin 2009.

¹⁴ Volume du marché = chiffre des ventes du manufacturier ÷ part de marché (par exemple : 1 000 000 thermostats ÷ 33 % de part de marché => marché total de 3 000 000.

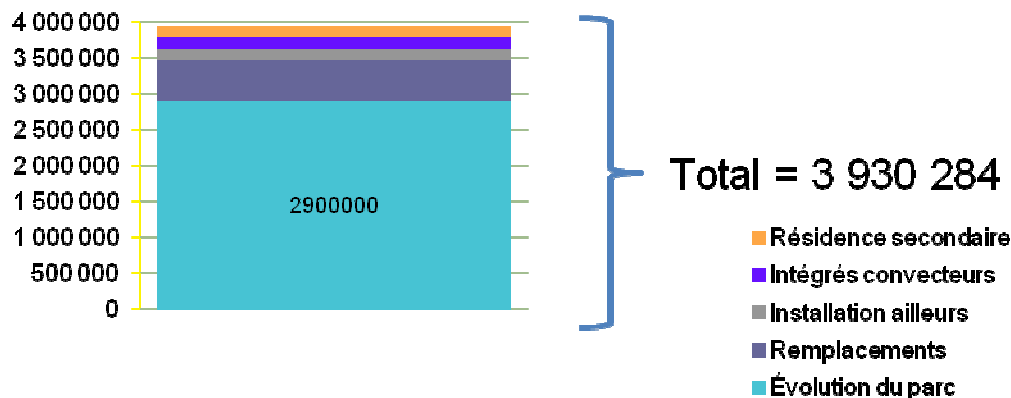
À partir du nombre de thermostats obtenu, les données de sondage servent à estimer l'importance relative¹⁵ :

- du nombre de thermostats installés dans les résidences secondaires (4,5 %);
- du nombre de thermostats électroniques intégrés à un convecteur (6 %);
- du nombre de thermostats installés ailleurs (5 %).

Le calcul des gains bruts dans BE tient compte du type de thermostat remplacé. En cas de remplacement d'un thermostat électronique par un autre, les gains doivent être ajustés à la baisse. En effet, un thermostat électronique qui remplace un autre thermostat électronique n'obtient pas de gain de convection ni de précision. Il pourrait toutefois obtenir un gain d'ajustement si les nouvelles températures déclarées sont plus basses que les anciennes.

En outre, la durée de vie moyenne du thermostat électronique utilisée par Hydro-Québec permet de déduire le nombre d'unités installées en remplacement d'un autre thermostat électronique. Ainsi, une durée de vie moyenne de 12 ans a comme corolaire un taux de remplacement annuel du parc de thermostats installés de 4,17 %¹⁶. Le diagramme 4-1 présente le volume des ventes de thermostats électroniques de 2007 à 2009 obtenu.

Diagramme 4-1 Volume des ventes de thermostats électroniques pour 2007-2009



¹⁵ Importance relative par rapport à l'accroissement du nombre de thermostats muraux installés dans les résidences principales.

¹⁶ Avec un taux de remplacement de 4,17 %, il ne restera aucun thermostat après 24 ans et la durée de vie moyenne sera de 12 ans ($4,17\% = 100\% \div 24$). Le pourcentage de remplacement (4,17 %) est exprimé sur la base du nombre total de thermostats électroniques installés au début de la période considérée. Les trois pourcentages concernant les installations dans les résidences secondaires, ailleurs et les thermostats intégrés sont exprimés sur la base du nombre de thermostats correspondant à l'accroissement du parc. Ces deux dénominateurs étant différents, les pourcentages ne sont pas directement comparables.

4.1.3 Estimation du nombre total de thermostats par marché

Près d'un demi-million de thermostats pour le marché NC

Pour le marché BE, l'ensemble des ventes de thermostats s'applique (3 930 284) au programme.

Pour le marché NC, l'estimation du nombre total de thermostats installés pendant la période étudiée (2008-2009) provient des déclarations des MELS. Le nombre total de thermostats installés dans des maisons neuves déclaré par les MELS a toutefois été validé. La démarche permet de s'assurer que le nombre d'immeubles (où les thermostats sont installés) donné par les MELS correspond :

- aux déclarations des entrepreneurs en construction (sondage réalisé lors de l'évaluation);
- est compatible avec les données disponibles sur les mises en chantier (publiées par la Société canadienne d'hypothèques et de logement, SCHL).

Au terme de cet exercice, il apparaît que 441 843 thermostats ont été installés dans le marché NC entre 2008 et 2009. Le tableau 4-1 donne le volume des thermostats dans chaque marché.

Tableau 4-1 Nombre total de thermostats par marché

Programme	Nombre de thermostats
Bâtiment existant (BE)	3 930 284
Nouvelle construction (NC)	441 843

4.2 Effets de distorsion pour BE

4.2.1 Opportunisme

Un taux d'opportunisme de 32 %

Le tableau 4-2 donne les résultats aux questions ayant servi au calcul du taux d'opportunisme. Le taux d'opportunisme pour 2007-2009 est de 32 %, un résultat très similaire à celui de l'évaluation 2004-2006 (30 %).

Tableau 4-2 Taux d'opportunisme

	Taux d'opportunisme associé à la réponse	Résultat du sondage (%)	Opportunisme établi selon chaque question (%)
Aviez-vous prévu d'acheter des thermostats ÉLECTRONIQUES avant même d'entendre parler du rabais offert par Hydro-Québec?			36
Oui	0,6	58,4	
Non	0	40,5	
NSP	0,4	1,1	
Le rabais offert par Hydro-Québec est-il... d'acheter ces thermostats pour lesquels vous avez obtenu un rabais?			27
La principale raison	0	14,5	
Une raison importante	0,1	34,3	
Une des raisons	0,2	23	
Une raison secondaire	0,5	10,4	
Aucun impact	0,8	17,7	
Même si le rabais d'Hydro-Québec n'avait pas été disponible, vous auriez acheté le même nombre de thermostats électroniques depuis..., du même type et au(x) même(s) moment(s)?			28
Tout à fait d'accord	0,6	41,1	
Plutôt d'accord	0,1	29,2	
Plutôt en désaccord	0	20,7	
Tout à fait en désaccord	0	7,7	
NSP	0,3	1,3	
Vous m'avez dit avoir acquis « <X> » thermostats électroniques depuis..., combien auriez-vous acquis de thermostats électroniques au cours de la même période si vous n'aviez pas profité d'un rabais d'Hydro-Québec?			46
A- N ^{bre} de TÉ non influencés		5,48	
B- Total thermostats réel (X)		5,94	
Ratio A/B (%)		92	
	Ratio X 0,5	46	
Taux d'opportunisme moyen des 4 questions (%)			34
Facteur de calibration établi dans l'évaluation 2004-2006 (voir explication page 18)		94 %	
Taux d'opportunisme obtenu pour 2007-2009			32 %

4.2.2 Effet des communications et bénévolat

Encore une influence considérable d'Hydro-Québec chez les participants (53 %) et les non-participants (46 %)

L'influence des communications d'Hydro-Québec sur les participants et le bénévolat dans le cas des non-participants, s'établissent respectivement à 53 % et à 46 % sur les années 2007-2009. Ces deux taux changent un peu par rapport à ceux de la dernière évaluation qui portait sur la période 2004-2006 (63 % et 39 %). Le tableau 4-3 présente les résultats des questions utilisées pour le calcul de ces deux effets.

Tableau 4-3 Degré d'influence déclaré et taux d'influence attribué

	BE 2007-2009	
	Participants	Non-participants
Sur une échelle de 0 à 10, où 10 veut dire « extrêmement important » et 0 « pas important du tout », dans quelle mesure les éléments suivants ont-ils joué un rôle dans votre décision d'installer ces thermostats?		
1) Information et publicité concernant le programme d'HQ	6,1	4,0
2) Information et publicité d'HQ sur l'efficacité énergétique	6,8	6,0
3) Les recommandations du rapport DRMC (si Diagnostic rempli)	6,1	5,6
Moyenne non pondérée des questions (excluant le « ne sait pas »)	6,3	5,2
Taux d'influence de l'ensemble des sources (%)	60	50
Part d'influence du DRMC (% , selon section 3.5.2)	7	4
Part d'influence des communications (%)	53	46
Taux d'influence retenu comptabilisé dans la présente évaluation (sans DRMC) (%)	53	46

Dans le cas des participants, l'influence des communications vient atténuer l'opportunisme. Puisque les communications ont un impact sur 53 % des thermostats non influencés par le rabais, le taux net pour les participants est donc de 85 % :

$$\begin{aligned}
 &68 \% \text{ influencés par le rabais} + \\
 &(32 \% \text{ d'opportunisme} \times 53 \% \text{ d'influence}) \\
 &= 85 \% \text{ d'influence}
 \end{aligned}$$

Les données du programme combinées aux estimations du nombre de thermostats vendus et aux taux d'influence permettent de calculer l'impact sur le volume des ventes. Le nombre de thermostats non subventionnés est obtenu par soustraction du nombre de thermostats subventionnés de l'estimation des ventes totales pour la période (3 930 284). Les taux d'influence associés aux effets de distorsion servent à calculer le nombre de thermostats influencés ou non pour les participants et les non-participants.

Le tableau 4-4 présente les calculs des nombres de thermostats influencés.

Tableau 4-4 Nombre de thermostats influencés

	Total	Subventionnés	Non subventionnés
A) Nombre de thermostats	3 930 284	1 083 272	2 847 012
B) Taux d'opportunité (%)		32	
C) Nombre influencé par le rabais		736 625	0
D) Nombre non influencé par le rabais		346 647	2 847 012
E) Taux d'influence retenu (%)		53	46
F) Nombre influencé par les communications (D X E)		183 723	1 309 626
G) Influencés (C + F)	2 243 840	920 348	1 309 626
Non influencés		162 924	1 537 386
Taux d'influence net (%) (G ÷ A)		85	46

4.3 Chevauchement

4.3.1 Autres programmes des thermostats

Comme le programme bâtiment existant inclut tous les ménages (dans sa portion « non-participants »), les thermostats influencés peuvent aussi être comptabilisés dans les autres programmes d'Hydro-Québec qui font la promotion des thermostats électroniques¹⁷. La prise en compte du chevauchement dans le calcul des thermostats influencés est donc nécessaire. Le tableau 4-5 présente le résultat du calcul du chevauchement.

Tableau 4-5 Chevauchement avec les autres programmes

	Évaluation	Chevauchement	Total influencé corrigé
Participants	1 083 272		
Influencés	920 348	1 922	918 426
Non influencés	162 924		
Non-participants	2 847 012		
Influencés	1 309 626	75 140	1 234 486
Non influencés	1 537 386		
Total	3 930 284		
Total influencé	2 229 974	77 062	2 152 912

Certains des autres programmes d'Hydro-Québec incluent des économies générées par des non-participants (bénévolat). C'est pourquoi un chevauchement existe avec les thermostats subventionnés des participants dans le programme BE (1 922 thermostats). Toutefois, les

¹⁷ Les programmes pris en compte pour le chevauchement sont : Thermostats NC, Rénovation énergétique, ménages à faibles revenus; Novoclimat (volet unifamilial seulement).

thermostats comptabilisés dans le cadre des autres programmes se retrouvent généralement uniquement parmi les non-participants du programme BE (75 140 sur 77 062).

4.3.2 DRMC

La part d'influence du DRMC n'a pas été comptabilisée dans le calcul des effets d'entraînement et de bénévolat. En suivant la même logique, le chevauchement doit être retranché pour les thermostats influencés par le rabais.

L'influence du DRMC sur les participants est de 7 % (voir section 3.5.2). Le tableau 4-6 présente le calcul du chevauchement avec le DRMC.

Tableau 4-6 Chevauchement avec le DRMC

	Subventionnés
A) Nombre de thermostats influencés par le rabais	736 625
B) Taux d'influence du DRMC (%)	7 %
Chevauchement avec le DRMC	-51 564

4.3.3 Bilan du chevauchement

Le chevauchement touche 5 % des thermostats des participants et 3 % de ceux des non-participants

Le tableau 4-7 présente les résultats du calcul du chevauchement. Le nombre final de thermostats influencés après le calcul des effets de distorsion et du chevauchement est donc de 2 101 348, soit 99 % du nombre prévu dans le suivi interne d'Hydro-Québec (2 132 956).

Tableau 4-7 Chevauchement avec les autres programmes

	Évaluation	Chevauchement	Total influencé corrigé
Participants	1 083 272		1 083 272
Influencés	920 348	53 486	866 862
Non influencés	162 924		216 410
Non-participants	2 847 012		2 847 012
Influencés	1 309 626	75 140	1 234 486
Non influencés	1 537 386		1 612 526
Total	3 930 284		3 930 284
Total influencé	2 229 974	128 626	2 101 348

En conclusion, le chevauchement concerne 5 % des thermostats dans la cas des participants (ou $53\,486 \div 1\,082\,272$) et 3 % dans le cas des non-participants ($75\,140 \div 2\,847\,012$).

4.4 Effets de distorsion pour NC

Un taux d'opportunisme de 22 % et une influence limitée d'Hydro-Québec chez les participants (3 %) et les non-participants (9 %)

Les méthodes utilisées lors de l'évaluation précédente servent au calcul de l'opportunisme afin de préserver le mieux possible la comparabilité des résultats. Des améliorations mineures au calcul de l'opportunisme permettent toutefois dans cette évaluation de tenir compte aussi :

- du poids démographique de chaque région;
- d'une triangulation des résultats qui portent sur le nombre de thermostats installés déclarés par les MELS avec les réponses des entrepreneurs en construction d'habitation et les données de la SCHL.

Les ajustements à la méthode de calcul ont eu toutefois un impact très limité. Le tableau 4-8 présente les résultats des calculs des effets de distorsion.

Tableau 4-8 Effets de distorsion dans le programme NC

Effet de distorsion	Taux d'opportunisme (%)
Opportunisme (participants)	-22
	Taux d'influence (%)
Entraînement (participants)	3
Bénévolat (non-participants)	9

Le taux d'opportunisme change peu en 2007-2009 (22 %) par rapport à 2004-2007 (26 %). L'écart pour le bénévolat est plus important, mais non significatif d'un point de vue statistique, compte tenu des très faibles tailles d'échantillon de l'évaluation 2004-2007 (entraînement 4 %, bénévolat 34 %). Toutefois, une forte baisse du bénévolat demeure une hypothèse possible.

Le nombre de thermostats subventionnés provient des données du programme tandis que le nombre de thermostats non subventionnés se base sur le résultat des sondages auprès des MELs et des entrepreneurs en construction d'habitation. Le calcul du nombre de thermostats influencés ou non (pour les participants et les non-participants) utilise ensuite les taux d'influence associés aux effets de distorsion. Pour les participants, l'opportunisme et l'entraînement combinés servent au calcul de l'influence totale. Le tableau 4-9 présente le résultat de ces calculs.

Tableau 4-9 Nombre de thermostats influencés dans le programme NC

	Résultats de l'évaluation pour NC	%
Participants	356 737	
Influencés	288 957	81
Non influencés (opportunisme, -22 % plus entraînement, +3 %)	67 780	19
Non-participants	85 106	
Influencés	7 660	9
Non influencés	77 446	91
Total	441 843	
Total influencé	296 617	67

Globalement, le nombre de thermostats influencés est légèrement inférieur, mais très proche de celui prévu par Hydro-Québec dans son suivi interne (97 % du nombre prévu).

4.5 Estimation des économies brutes des thermostats

Des gains bruts variant entre 85 kWh et 151 kWh selon le segment

Le modèle de calcul des gains bruts vise à estimer l'ampleur des trois principaux phénomènes qui sont théoriquement à la source des économies générées par les thermostats électroniques, soit les gains d'ajustement, de précision et de convection comme décrits à la section 3.6.1. Pour mesurer ces phénomènes, SOM et la firme d'ingénieurs Pageau, Morel et associés ont donc réalisé quatre simulations de bâtiments à l'aide du logiciel SIMEB et deux simulations de la dynamique des fluides dans une pièce chauffée par une plinthe électrique comme expliquées en détail aux sections 6.3.2 et 6.3.3.

Les résultats de toutes ses analyses sont présentés au tableau 4-10 avec les économies pour chacun des gains et pour chaque programme.

Tableau 4-10 Gains bruts par thermostat¹⁸

	BE 2007-09 NP (kWh)	BE 2007-09 P (kWh)	NC 2008-2009 occupants (kWh)
Gains d'ajustement	65	28	33
Gains de précision	33	23	15
Gains de convection	53	52	37
Gains totaux	151	102	85

Les gains bruts par thermostat sont respectivement de 151 kWh (BE, non-participants), 102 kWh (BE, participants) et de 85 kWh (NC). Ces gains moyens pour tous les types d'habitation couvrent à la fois les thermostats programmables et non programmables.

Les non-participants réduisent plus la température, ce qui entraîne un gain brut plus élevé pour ces clients dans le programme BE. Ces derniers semblent en effet adopter un comportement écoénergétique plus « agressif ». Ce gain unitaire par thermostat de 151 kWh est similaire à celui constaté lors de la dernière évaluation (2004-2006) puisqu'il s'établissait à 144 kWh.

Le gain pour les participants du programme BE est inférieur à celui de 2004-2006 (125 kWh) puisque la baisse de température observée est considérablement inférieure à celle de l'évaluation précédente (les baisses représentent en moyenne 75 % de celles observées en 2004-2006). Ce résultat s'explique en partie par le fait qu'avec le temps, le programme attire possiblement une clientèle moins motivée par les économies d'énergie.

Le gain des occupants du programme NC (85 kWh) est plus faible que celui des participants du programme BE parce que la consommation annuelle moyenne de chauffage est plus faible dans le programme NC, notamment parce que la proportion de résidences unifamiliales est moins élevée. Le gain des occupants du programme NC est sensiblement inférieur à celui de l'évaluation 2004-

¹⁸ La répartition des gains totaux selon les trois phénomènes fait intervenir des hypothèses et comporte une marge d'erreur (non statistique). Pour cette raison, la répartition des gains totaux selon les trois types de gain doit être interpréter avec prudence.

2007 (119 kWh/thermostat¹⁹). L'utilisation d'une méthodologie différente de celle de l'évaluation précédente explique principalement cet écart. La méthode actuelle recherche les différentes composantes du gain brut et se base le plus possible sur les caractéristiques des bâtiments et les comportements des clients. L'application de la même méthode donne des résultats cohérents pour les programmes BE et NC dans la présente évaluation. Les résultats obtenus pour le programme BE se révèlent beaucoup plus réconciliables avec le gain net de l'analyse de facturation de la précédente évaluation (2004-2006).

4.6 Gains totaux du programme

4.6.1 Programme BE

Les tableaux 4-11 et 4-12 présentent les économies du programme. De 2007 à 2009, le programme BE a généré des économies totales nettes de 275 GWh provenant des 866 862 thermostats électroniques qu'Hydro-Québec a influencés chez les participants (88 GWh), mais aussi des 1 234 486 thermostats influencés chez les non-participants (186 GWh).

Tableau 4-11 Impact énergétique net du programme BE (2007-2009)

Bâtiment existant	Influence (%)	Nombre d'unités	Effets de distorsion (% des unités des participants)	Économie unitaire (kWh)	Économies totales (GWh) ²⁰	Effets de distorsion (% des GWh des participants)
Participants				102		
Nombre d'unités	100 %	1 083 272	100 %		110,5	100 %
Opportunisme	-32 %	-346 647	-32 %		-35,4	-32 %
Chevauchement	-5 %	-53 486	-5 %		-5,5	-5 %
Effet des communications (53 % de 32 %)	17 %	183 723	17 %		18,7	17 %
Total influencé (P)		866 862			88,4 ± 9 %	
Non participants				151		
Nombre d'unités	100 %	2 847 012				
Bénévolat	46 %	1 309 626	121 %		197,8	179 %
Chevauchement	-3 %	-75 140	-7 %		-11,3	-10 %
Total influencé (NP)		1 234 486	114 %		186,4 ± 6 %	
Total influencé par Hydro-Québec		2 101 348	194 %		274,8 ± 7 %	249 %
Suivi Hydro-Québec (GWh)		2 132 956			296,2	
Écart (GWh)					- 21,4	
Taux de réalisation du suivi (%)		99 %			93 %	

¹⁹ Source : ÉCONOLER. « Évaluation du programme des thermostats électroniques - nouvelle construction 2004 à 2007 », 2008, à partir des données présentées aux tableaux 21 et 22 de la page 56.

²⁰ Les marges d'erreur indiquées dans cette colonne sont celles associées à l'échantillonnage. Elles ne tiennent pas compte de l'erreur non statistique associée à la modélisation.

Un nombre considérable de ménages ont installé des thermostats et plusieurs reconnaissent l'influence d'Hydro-Québec à ce chapitre.

Le gain net du programme BE représente 93 % des économies nettes comptabilisées dans le suivi interne d'Hydro-Québec, principalement en raison du fait que les participants réduisent la température de consigne de façon moins prononcée que les participants de la période 2004-2006

4.6.2 Programme NC

Sur 2 ans, le programme NC a généré des économies totales nettes de 25 GWh provenant principalement des 288 957 thermostats électroniques subventionnés qu'Hydro-Québec a influencés chez les participants.

Tableau 4-12 Impact énergétique net du programme NC (2008-2009)

Nouvelle construction	Influence (%)	Nombre d'unités	Effets de distorsion (% des unités des participants)	Économie unitaire (kWh)	Économies totales (GWh) ²¹	Effets de distorsion (% des GWh des participants)
Participants				85		
Nombre d'unités	100 %	356 737	100 %		30,3	100 %
Opportunisme	-22 %	-78 482	-22 %		-6,7	-22 %
Entraînement	3 %	10 702	3 %		0,9	3 %
Total influencé (P)		288 957			24,6	
Non participants				85		
Nombre d'unités	100 %	85 106				
Bénévolat	9 %	7 660	2 %		0,7	2 %
Total influencé (NP)		7 660			0,7	
Total influencé par Hydro-Québec		296 617	83 %		25,2 ± 12 %	83 %
Suivi Hydro-Québec (GWh)		304 941			34,9	
Écart (GWh)					- 9,7	
Taux de réalisation du suivi (%)		97 %			72 %	

Dans NC, la révision des effets de distorsion n'apporte pas de changements importants, mais l'économie moyenne par thermostat est largement inférieure à celle prévue. Cela s'explique par le fait que la méthodologie retenue pour l'évaluation de la période 2004-2007 retenait un gain unitaire brut sensiblement plus élevé que celui de la présente évaluation (2008-2009) qui s'avère plus conservateur.

²¹ Les marges d'erreur indiquées dans cette colonne sont celles associées à l'échantillonnage. Elles ne tiennent pas compte de l'erreur non statistique associée à la modélisation.

Les tableaux 4-13 et 4-14 présentent la répartition des économies par année pour chaque programme.

Tableau 4-13 Impact énergétique net du programme BE par année (2007-2009)

Bâtiment existant	2007	2008	2009	Total
Participants				
Nombre d'unités	404 299	301 209	377 764	1 083 272
Nombre d'unités influencées	323 530	241 035	302 296	866 862
Économies nettes	33,0	24,6	30,8	88,4
Non-participants				
Nombre d'unités	949 004	949 004	949 004	2 847 012
Nombre d'unités influencées	411 495	411 495	411 495	1 234 486
Économies nettes (GWh)	62,1	62,1	62,1	186,4
Nombre total d'unités influencées	735 026	652 530	713 792	2 101 348
Économies nettes totales (GWh)	95,1	86,7	93,0	274,8
Suivi Hydro-Québec (GWh)	124,7	93,0	78,6	296,2
Écart (GWh)	-29,6	-6,3	14,4	-21,4
Taux de réalisation du suivi (%)	76 %	93 %	118 %	93 %

Tableau 4-14 Impact énergétique net du programme NC par année (2008-2009)

Nouvelle construction	2008	2009	Total
Participants			
Nombre d'unités	186 117	170 620	356 737
Nombre d'unités influencées	150 755	138 202	288 957
Économies nettes (GWh)	12,8	11,7	24,6
Non-participants			0
Nombre d'unités	42 553	42 553	85 106
Nombre d'unités influencées	3 830	3 830	7 660
Économies nettes (GWh)	0,3	0,3	0,7
Nombre total d'unités influencées	154 585	142 032	296 617
Économies nettes totales (GWh)	13,1	12,1	25,2
Suivi Hydro-Québec (GWh)	18,5	16,4	34,9
Écart (GWh)	-5,4	-4,3	-9,7
Taux de réalisation du suivi (%)	71 %	74 %	72 %

5 Conclusions et recommandations

1) Le programme BE a généré des économies nettes totales de 275 GWh pour les années 2007-2009. Une bonne partie des économies proviennent des participants (88 GWh), mais Hydro-Québec a aussi eu un impact important sur les thermostats hors programme achetés par les non-participants (186 GWh). Les économies liées au bénévolat représentent une portion très importante des économies générées par le programme.

Recommandation 1A : Pour 2007-2009, Hydro-Québec doit comptabiliser des économies de 275 GWh. Par ailleurs, elle doit réviser le taux d'opportunité utilisé dans le suivi interne du programme en fonction des résultats de l'évaluation. Les économies unitaires brutes à utiliser dans le suivi interne du programme sont de 102 kWh par thermostat pour les participants et de 151 kWh par thermostat pour les non-participants. De plus, les économies des thermostats des participants doivent être ajustées en fonction d'un taux d'opportunité de 32 % et d'un effet des communications d'Hydro-Québec de 17 %, comme établi dans la présente évaluation. Les économies indirectes (non participants) doivent être comptabilisées séparément. Une estimation prudente des économies annuelles future doit se baser sur les économies annuelles observées pour 2007-2009 chez les non-participants et tenir compte d'un possible fléchissement des ventes causé par une saturation progressive du marché.

Recommandation 1B : HQD doit mesurer de façon régulière l'évolution du parc des thermostats de façon à estimer correctement le volume des ventes des thermostats électroniques hors du programme.

2) Le programme NC a généré des économies nettes totales de 25 GWh pour les années 2008-2009. La presque totalité des économies provient des participants (25 GWh) et l'impact sur les thermostats hors programme est faible (moins de 1 GWh).

Recommandation 2 : Pour 2008-2009, Hydro-Québec doit comptabiliser des économies de 25 GWh. Par ailleurs, elle doit réviser le taux d'opportunité utilisé dans le suivi interne du programme en fonction des résultats de l'évaluation. Pour les économies des thermostats des participants, des économies unitaires brutes (85 kWh) ajustées en fonction d'un taux d'opportunité de 22 % et d'un effet d'entraînement de 3 %, comme établi dans la présente évaluation, devraient être utilisées. Les économies indirectes (non-participants) devraient être comptabilisées au moment de la prochaine évaluation puisqu'une estimation prudente à partir des nombres d'unités installées en 2008-2009 donne des économies très petites.

3) L'impact d'Hydro-Québec dans les deux programmes est similaire à celui observé en 2004-2006 en terme du nombre d'unités influencées. HQD a donc réussi à maintenir son influence sur l'achat de thermostats et les volumes de thermostats installés demeurent élevés.

Recommandation 3 : HQD doit maintenir les programmes BE et NC pour 2010-2011 tout en continuant ses efforts pour influencer l'achat et l'installation de thermostats électroniques.

4) L'impact du comportement des occupants sur le gain unitaire, via l'abaissement des températures de consigne dans leur résidence, serait plus important que prévu. L'effet de convection est indépendant du comportement de l'occupant et génère automatiquement des

économies. Les analyses menées dans le cadre de la présente évaluation indiquent qu'une part importante des économies proviendrait de la baisse de température de consigne. De plus, les participants de 2007-2009 ont réduit leurs températures de façon moins prononcée que ceux de 2004-2006.

Recommandation 4 : *Dans ce contexte, Hydro-Québec doit intensifier ses efforts pour inciter les ménages qui installent des thermostats électroniques à réduire leur température de consigne.*

6 Bibliographie

Évaluations de programme

ÉCONOLER. « Évaluation du programme des thermostats électroniques - nouvelle construction 2004 à 2007 », 2008

SOM. « Évaluation du programme des thermostats électroniques - marché existant 2004 à 2006 », 2007

Études techniques

HANDFIELD, Louis. Sommaire exécutif de rapports publiés par Hydro-Québec concernant les économies d'énergie dues aux thermostats électroniques, Shawinigan, Laboratoire des technologies de l'énergie d'Hydro-Québec, octobre 2004, 7 pages

JOHNSON, Russ, BHAGANI, Dinesh and CARLSON, Steven W. « Measured Impact of Mechanical Thermostat Replacement, CDH Energy Corp », 12 pages

LAMBERT, Les. « Electronic Line Voltage Thermostats : A Worthwhile Retrofit for Baseboard Heat? », Lambert Engineering Inc., 11 pages

ROMBERGER, Jeffrey, TACHIBANA, Debra and BIRK, Randall. « The challenge of Vapor-Diaphragm Thermostat Retrofits in Existing Multifamily Buildings », SBW Consulting Inc, Seattle City Light and ACEEE, 2008, 7 pages

Études de marché et sondages

AD HOC RECHERCHE. « Étude sur les habitudes et comportements des clients résidentiels envers l'efficacité énergétique », 2006

HYDRO-QUÉBEC. « Analyses de segmentation et de consommation », Comportements énergétiques des ménages québécois, 1990, vol. 2, pages 250 à 259

LÉGER MARKETING. « Utilisation de l'électricité dans le marché résidentiel en 2006 », 2006

MULTI RÉSO. « Étude sur l'intérêt perçu des thermostats électroniques et de l'offre d'Hydro-Québec », 2009

SAINE MARKETING. « Étude sur les habitudes et comportements des clients résidentiels envers l'efficacité énergétique », 2010

SAINE MARKETING. « Nouvelle construction résidentielle version 2006-2008 », 2008

SCHL. « L'observateur du logement au Canada », éditions 2008, 2009 et 2010

SOM. « Analyse du parc des thermostats », 2009

SOM. « Sondage sur la participation à la réduction de la consommation électrique suite à l'appel volontaire d'Hydro-Québec pour les 15 et 16 janvier 2009 », 2009

SOM. « Achats de thermostats dans les ménages québécois de 2004 à 2009 – Compilation des résultats », 2009