

Marché résidentiel

Rapport d'évaluation

Programme : Thermostats électroniques : Bâtiments existants (BE) et Nouvelle construction (NC)

Période évaluée : Années 2010 et 2011

Présenté à :

**Systemes et Informations de gestion
Direction Approvisionnement en électricité
Hydro-Québec Distribution**

**Rapport final
Juin 2013**

Fichier source : R12105v3p1p1HQD(Thermostats).docx

TABLE DES MATIÈRES

1	Sommaire exécutif.....	5
1.1	Contexte et objectif.....	5
1.2	Objectifs de l'évaluation.....	5
1.3	Méthodologie.....	5
1.4	Principaux résultats.....	7
1.5	Recommandations.....	8
2	Contexte et objectifs.....	10
2.1	Description des programmes évalués.....	10
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.....	15
3.4	Étape C : estimation de l'influence d'Hydro-Québec.....	16
3.5	Étape D : chevauchement.....	21
3.6	Étape E : estimation des gains bruts par thermostat.....	25
3.7	Calcul des gains totaux.....	32
3.8	Limites de l'étude.....	32
4	Résultats de l'évaluation d'impact.....	34
4.1	Volume des ventes de thermostats.....	34
4.2	Effets de distorsion pour BE.....	36
4.3	Chevauchement.....	38
4.4	Effets de distorsion pour NC.....	40
4.5	Estimation des économies brutes des thermostats.....	41
4.6	Gains totaux du programme.....	43
5	Conclusions et recommandations.....	46
6	Bibliographie.....	47

Liste des diagrammes

Diagramme 3-1	Synthèse de la méthodologie	13
Diagramme 3-2	Méthode de calcul de l'influence	16
Diagramme 3-3	Comparaison des thermostats bimétallique et électronique	25
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 2010-2011.....	34

Liste des tableaux

Tableau 1-1	Sources de données primaires	6
Tableau 1-2	Économies nettes du programme Thermostats BE.....	8
Tableau 1-3	Économies nettes du programme Thermostats NC	8
Tableau 3-1	Sources de données.....	14
Tableau 3-2	Calcul de l'opportunité	17
Tableau 3-3	Calcul de l'entraînement et du bénévolat.....	19
Tableau 3-4	Calcul du chevauchement.....	23
Tableau 4-1	Nombre total de thermostats par marché.....	35
Tableau 4-2	Taux d'opportunité	36
Tableau 4-3	Degré d'influence déclaré et taux d'influence attribué	37
Tableau 4-4	Nombre de thermostats influencés	38
Tableau 4-5	Chevauchement avec le DRMC	38
Tableau 4-6	Chevauchement avec le programme TÉ-MULTI.....	39
Tableau 4-7	Chevauchement avec les autres programmes	39
Tableau 4-8	Bilan du chevauchement.....	40
Tableau 4-9	Effets de distorsion dans le programme NC.....	40
Tableau 4-10	Nombre de thermostats influencés dans le programme NC	41
Tableau 4-11	Gains bruts par thermostat.....	42
Tableau 4-12	Gains du programme BE (2010-2011)	43
Tableau 4-13	Gains du programme NC (2010-2011).....	44
Tableau 4-14	Gains par année (BE).....	45
Tableau 4-15	Gains par année (NC)	45

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 - bâtiments existants.
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.
Wh, kWh, GWh :	Watt-heure, kilowatt-heure, gigawatt-heure.
TÉ-MULTI :	Programme Thermostats - Bâtiments existants multilocatifs destiné aux duplex, triplex et immeubles de 4 logements et plus.

1 Sommaire exécutif

1.1 Contexte et objectif

1.1.1 Programmes évalués

Hydro-Québec a lancé en 2004 les programmes des thermostats électroniques. Ceux-ci ont pour objectif principal d'encourager l'achat et l'installation de thermostats électroniques dans les bâtiments résidentiels existants (BE) et dans les nouvelles constructions du Québec (NC). La présente évaluation couvre les années 2010 et 2011. Il s'agit de la troisième phase d'évaluation de ces programmes. Hydro-Québec a mis fin à ces deux programmes en décembre 2012.

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 électroniques;
- estimer les économies brutes moyennes générées par thermostat électronique;
- calculer l'impact énergétique net total attribuable aux programmes BE et NC d'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;
- une modélisation informatique du fonctionnement de la plinthe électrique;
- la triangulation de sources d'information multiples (à partir de sources de données primaires et secondaires).

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 primaires

Population visée	Entrevues complétées	Marge d'erreur (%)
Bâtiment existant		
Ensemble des ménages	2 500	± 2
Acheteurs participants et non participants	1 000	± 5
Nouvelle construction		
MELS participants	250	± 5
MELS non participants	250	± 4
Entrepreneurs en construction	300	± 5
Occupants des logements visés par le programme	700	± 7

1.3.3 Modélisation des gains bruts

Le calcul des gains bruts permet d'estimer l'ampleur de trois des principaux phénomènes qui sont théoriquement à la source des économies générées par les thermostats électroniques, soit le :

- **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.
- **Gain de convection** : économies provoquées 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 température moins élevée et de façon plus constante.

SOM et la firme d'ingénieurs Pageau, Morel et associés ont réalisé, dans le cadre de l'évaluation précédente (2007-2009) :

- 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.

Les résultats de ces simulations et modélisations ont été réutilisés pour l'évaluation 2010-2011.

Pour l'évaluation 2010-2011, ces activités ont été complétées par des mises à jour de :

- l'estimation de la part du chauffage dans la consommation totale de la résidence à l'aide des données de consommation des ménages participants (2010-2011);
- l'intégration des résultats des simulations et de la modélisation aux réponses des sondages de l'évaluation 2010-2011 auprès des occupants des logements et aux données de facturation (consommation annuelle après l'installation) de 2010 et 2011.

1.4 Principaux résultats

À la suite de l'évaluation des programmes thermostats BE et NC, il est possible de faire les principaux constats suivants dans le cas des programmes BE et NC (2010-2011) :

Estimation du marché

- Le volume des ventes de thermostats électroniques est d'un peu plus de 1,5 million d'unités pour la période 2010-2011.
- Il est de près d'un demi-million de thermostats pour le marché NC.
- À la fin de l'année 2011, le Québec compte toujours environ 6 millions de thermostats bimétalliques installés dans les résidences, ce qui représente plus de 40 % du parc.

Programme bâtiments existants

- Un taux d'opportunité de 31 %.
- Une influence considérable d'Hydro-Québec chez les participants (85 %) et les non-participants (41 %).
- Le chevauchement avec les autres programmes (Novoclimat, thermostats NC et Rénovation énergétique - ménages à faible revenu) touche 7 % des thermostats achetés par les participants et 14 % de ceux achetés par les non-participants.

Programme nouvelle construction

- Un taux d'opportunité de 24 %.
- Une influence limitée d'Hydro-Québec chez les participants (12 %) et les non-participants (5 %).

Économies générées

- En 2010-2011, le programme BE a généré des économies totales nettes de 74 GWh.
- Pour la même période, les économies sont de 32 GWh pour le programme NC.
- Les gains bruts par thermostat varient entre 99 kWh et 118 kWh selon le segment.
- Hydro-Québec a influencé environ un million de thermostats au total.
- Les gains nets sont supérieurs aux chiffres du suivi d'Hydro-Québec pour BE (106 %) et inférieurs pour NC (93 %).
- L'impact du comportement des occupants sur le gain unitaire demeure important. Hydro-Québec doit intensifier ses efforts pour inciter les ménages qui installent des thermostats électroniques à réduire leur température de consigne.

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

Tableau 1-2 Économies nettes du programme Thermostats BE

	2010	2011	Total
Résultats de l'évaluation (GWh)	39,0	35,0	74,1
Suivi Hydro-Québec (GWh)	41,4	28,5	69,9
Écart entre les résultats et le suivi (GWh)	-2,4	6,5	4,2
Taux de réalisation du suivi (%)	94 %	123 %	106 %

Tableau 1-3 Économies nettes du programme Thermostats NC

	2010	2011	Total
Résultats de l'évaluation (GWh)	18,0	13,8	31,8
Suivi Hydro-Québec (GWh)	19,6	14,7	34,3
Écart entre les résultats et le suivi (GWh)	-1,6	-0,9	-2,5
Taux de réalisation du suivi (%)	92 %	94 %	93 %

1.5 Recommandations

1) Le programme BE a généré des économies nettes totales de 74 GWh pour les années 2010-2011.

Recommandation 1A : Pour 2010-2011, Hydro-Québec doit comptabiliser des économies de 74 GWh. Les économies unitaires brutes à utiliser dans le suivi interne du programme sont de 118 kWh (non-participants) et de 107 kWh (participants) par thermostat. De plus, les économies des thermostats des participants doivent être ajustées en fonction du taux d'opportunisme de 31 % et d'un effet des communications d'Hydro-Québec de 16 %, comme établi dans la présente évaluation. Pour les années futures, les économies indirectes (non-participants) doivent être comptabilisées séparément et être estimées de façon prudente.

Recommandation 1B : Hydro-Québec doit mesurer de façon régulière l'évolution du parc des thermostats.

2) Le programme NC a généré des économies nettes totales de 32 GWh pour les années 2010-2011.

Recommandation 2 : Pour 2010-2011, Hydro-Québec doit comptabiliser des économies de 32 GWh. Les économies unitaires brutes à utiliser dans le suivi interne du programme sont de 99 kWh par thermostat. De plus, elles doivent être ajustées en fonction d'un taux d'opportunisme de 24 % et d'un effet d'entraînement de 12 %, comme établi dans la présente évaluation. 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 donne des économies très petites.

3) L'impact du comportement des occupants sur le gain unitaire demeure important.

Recommandation 3 : L'effet de convection est indépendant du comportement de l'occupant et génère automatiquement des économies. Une part importante des économies provient toutefois de la baisse de température de consigne. Dans ce contexte, Hydro-Québec doit intensifier ses efforts pour inciter les ménages qui installent des thermostats électroniques (hors programme ou non) à réduire leur température de consigne.

2 Contexte et objectifs

2.1 Description des programmes évalués

2.1.1 Objectifs des programmes

Programme résidentiel des thermostats électroniques pour les bâtiments existants (BE)

Depuis 2004, le programme des thermostats électroniques pour les bâtiments existants (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 de thermostats électroniques;
- de sensibiliser la clientèle aux avantages des thermostats électroniques;
- de favoriser l'installation et l'utilisation efficace des thermostats électroniques.

Jusqu'au 1^{er} septembre 2010, les bâtiments visés incluait les maisons unifamiliales, les duplex, les triplex et les immeubles de quatre logements ou plus. Depuis cette date, le programme se limite aux maisons unifamiliales et aux condos puisqu'un nouveau programme, Thermostats électroniques pour le multilogement, couvre désormais les immeubles locatifs¹. Le 31 décembre 2012, Hydro-Québec a mis fin au programme BE comportant un rabais à l'achat et à l'installation de thermostats électroniques.

Programme résidentiel des thermostats électroniques pour la nouvelle construction (NC)

Depuis 2004 également, le programme des thermostats électroniques pour la nouvelle construction (NC) offre un appui financier aux maîtres électriciens (MELS) qui œuvrent dans ce domaine. 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.

Les types de bâtiments visés incluent les maisons unifamiliales, les duplex et les triplex de même que les immeubles de quatre logements et plus jusqu'au 1^{er} janvier 2011. Après cette date, les bâtiments de quatre étages ou plus, qui participent au programme Bâtiments d'Hydro-Québec, n'étaient plus admissibles à ce programme. Le 31 décembre 2012, Hydro-Québec a mis fin au programme NC comportant un appui financier aux MELS.

¹ Toutefois, une demande faite dans le programme BE pour les types de bâtiments précédemment admissibles n'était pas rejetée par Hydro-Québec, même après le 1^{er} septembre 2010.

2.1.2 Appuis financiers et modalités

Programme résidentiel des thermostats électroniques pour les bâtiments existants (BE)

Pour être admissibles au programme des thermostats électroniques pour les bâtiments existants (BE), les clients résidentiels devaient faire l'acquisition d'au moins cinq thermostats électroniques. Ils pouvaient obtenir le rabais soit en retournant un coupon ou soit directement à la caisse chez certains détaillants participants. Pour les résidences unifamiliales et les condos, le rabais à l'achat pouvait 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 prévoyait aussi une compensation financière pour l'installation des thermostats par un maître électricien jusqu'à concurrence de 65 \$. Cela représentait donc un maximum de 130 \$ au total pour l'achat et l'installation.

Pour les logements multiples, les modalités applicables jusqu'au 1^{er} septembre 2010 étaient les suivantes :

- L'installation par un maître électricien était obligatoire pour avoir droit au remboursement de 90 \$ pour les cinq premiers thermostats achetés et installés et 20 \$ pour chaque thermostat additionnel acheté et installé, sans limites quant au nombre de thermostats.

Après cette date, les immeubles locatifs sont couverts par le programme Thermostats multilogements.

Programme résidentiel des thermostats électroniques pour la nouvelle construction (NC)

Pour être admissibles au programme des thermostats électroniques pour la nouvelle construction (NC), les maîtres électriciens devaient installer, dans une construction neuve, au moins quatre thermostats électroniques dans les maisons unifamiliales, les duplex ou les triplex. Dans les immeubles de quatre logements ou plus, ils devaient en installer au moins cinq. Dans tous les cas, il n'y avait pas de limite supérieure quant au nombre de thermostats électroniques installés.

Depuis le 1^{er} janvier 2011, la remise octroyée aux maîtres électriciens s'élevait à 20 \$ par thermostat électronique dans les maisons unifamiliales, les duplex et les triplex (40 \$ auparavant). Dans les immeubles de quatre logements ou plus, la remise se chiffre à 18 \$ par thermostat (20 \$ par thermostat à partir du sixième installé dans le bâtiment auparavant).

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 électroniques;
- estimer les économies brutes moyennes générées par thermostat électronique;
- calculer l'impact énergétique net total attribuable aux programmes BE et NC d'Hydro-Québec.

La présente évaluation mesure l'impact énergétique des deux programmes pour la période de 2010 à 2011. Il s'agit de la 3^e phase d'évaluation de ces programmes. Les évaluations précédentes sont :

- BE (2007-2009) et NC (2008-2009) par SOM, mars 2012
- BE (2004-2006) par SOM, octobre 2007
- NC (2004-2007) par Econoler, février 2009

3 Méthodologie

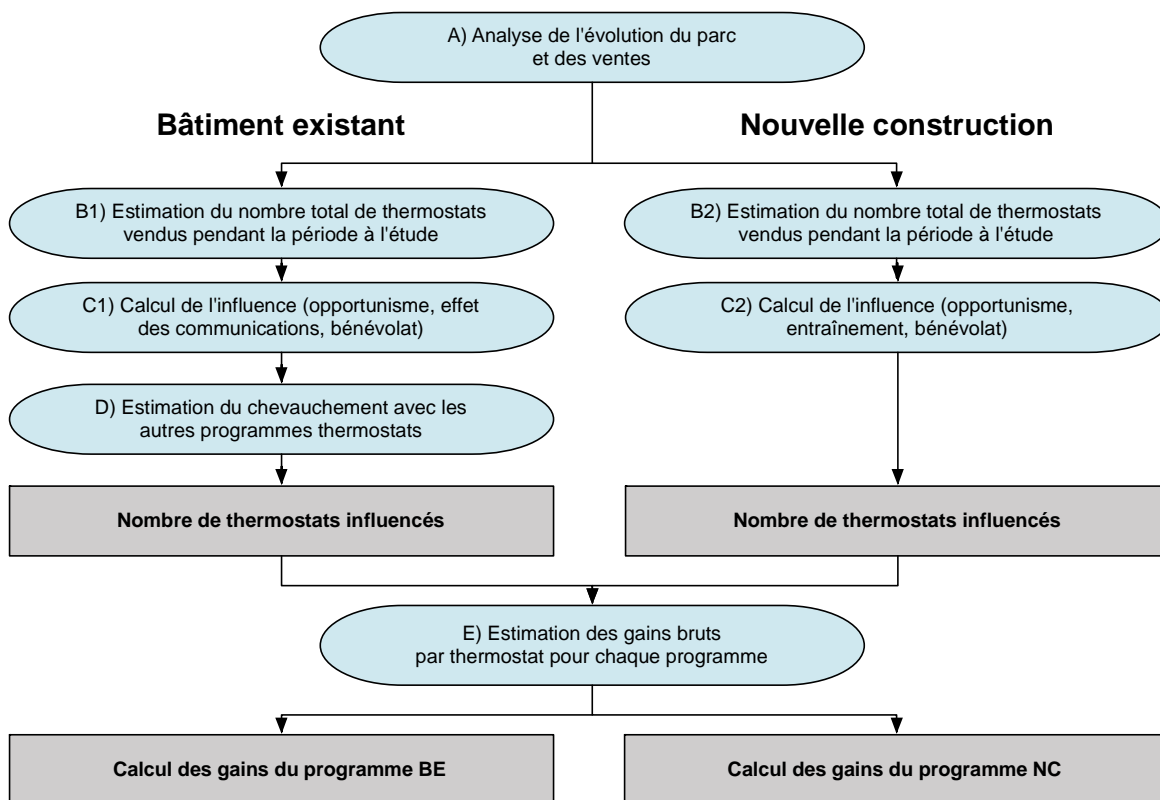
3.1 Aperçu de la méthodologie

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) et la part de chauffage;
- des simulations de la consommation d'énergie de bâtiments types;
- une modélisation du fonctionnement de la plinthe électrique;
- la triangulation 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	2 500	48	± 2	23 mai au 15 juillet 2012
2) Acheteurs de thermostats	1 000	51	± 5	15 juillet au 20 août 2012
A) Participants	500	45	± 5	
B) Non-participants	500	55	± 6	
Nouvelle construction				
MELS participants	250	45	± 5	9 mai au 27 juin 2012
MELS non participants	250	64	± 4	10 mai au 22 juin 2012
Entrepreneurs en construction	300	52	± 5	16 mai au 20 juin 2012
Nouveaux occupants	700	45	± 7	27 juin au 13 août 2012

3.2.1 Ensemble des ménages

Un sondage téléphonique auprès de 2 500 ménages québécois a eu lieu de mai à juillet 2012. 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 des sondages ont été comparées avec les résultats d'autres études² réalisées par Hydro-Québec touchant la période évaluée ou les mois précédant ou suivant cette dernière. 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 auprès des acheteurs de thermostats électroniques participants (ayant reçu le rabais d'Hydro-Québec, n : 500) ou non participants (n : 500) a été réalisé à l'été 2012. 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 l'équipement.

L'échantillon de numéros de téléphone utilisé pour réaliser le sondage des acheteurs non participants a été constitué progressivement entre 2010 et 2012, à l'aide d'un dépistage réalisé dans le cadre du sondage omnibus³ de SOM. L'échantillon pour les participants provient des bases de données du programme. L'achat de thermostats électroniques et l'obtention ou non d'un rabais ont de plus été validés à nouveau en début d'entrevue.

² Voir en particulier les études 3, 8 et 10 citées dans la bibliographie.

³ Le sondage omnibus est une enquête téléphonique quasi hebdomadaire réalisé par SOM auprès de 1000 ménages québécois.

3.2.3 Maîtres électriciens

Des sondages téléphoniques auprès de 250 MELS participants (ayant soumis une demande dans le cadre du programme) et de 250 MELS non participants ont été réalisés à la fin du printemps 2012. 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 ces enquêtes.

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 300 entrepreneurs en construction ont été consultés à l'aide d'un sondage téléphonique au printemps 2012. Le sondage a permis de valider le nombre de thermostats électroniques installés hors programme 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 nouveaux logements participants

Un sondage auprès de 700 occupants des nouveaux logements où des thermostats électroniques ont été installés dans le cadre du programme NC a été réalisé à l'été 2012. La démarche a permis de vérifier les types de thermostats installés (programmables vs non programmables) dans les résidences et de connaître leur mode d'utilisation (abaissements de température).

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 sont considérables, une estimation juste du nombre de thermostats électroniques vendus pendant la période étudiée est essentielle pour estimer correctement l'ampleur des effets de marché 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 de ce sondage ont été comparées à d'autres études réalisées par Hydro-Québec⁴. Les données provenant de l'ensemble des sources disponibles ont été comparées afin de vérifier la cohérence des résultats.

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

⁴ Voir en particulier les études 2, 3, 8 et 10 citées dans la bibliographie.

quantité d'immeubles neufs dans lesquels les MELS affirment avoir installé ces équipements. 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 sur le nombre total d'immeubles construits à une année donnée.

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

3.4.1 Considérations générales

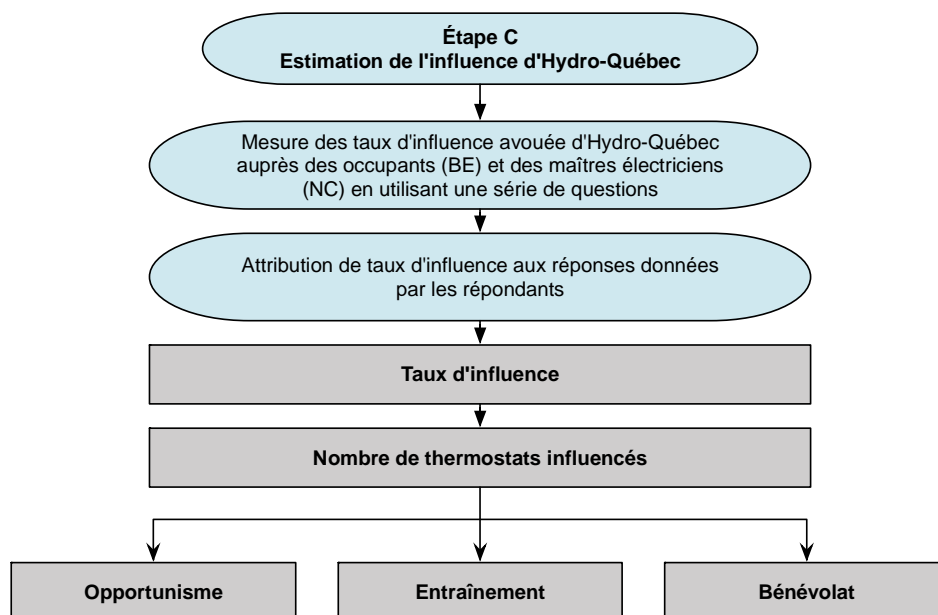
Dans les deux programmes, la méthode de calcul établie lors des évaluations précédentes sert à estimer l'influence d'Hydro-Québec sur l'installation des thermostats.

La procédure repose sur l'utilisation d'une série de questions qui vise à mesurer l'influence d'Hydro-Québec selon la perception du répondant. Ce dernier est l'occupant pour le programme BE ou le MEL pour le programme NC. Un résultat plus solide est obtenu en posant plusieurs questions de façon à aborder le thème de l'influence sous différents angles. Un taux d'influence est associé à chacune des réponses possibles, comme pour les précédentes évaluations. Une moyenne de l'ensemble des questions permet enfin de calculer le taux d'influence global.

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



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 2010, 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 2010, combien auriez-vous acquis de thermostats électroniques au cours de la même période (depuis 2010) 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.

Les taux d'influence ainsi calculés sont basés sur les déclarations des répondants et comportent une part de jugement de la part de l'évaluateur. Pour renforcer le résultat, le calcul du taux d'opportunité de la présente évaluation a été calibré à l'aide des résultats de l'analyse de

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

facturation et de l'analyse technique de l'évaluation 2004-2006 du programme. La calibration permet d'ajuster le résultat du calcul basé sur les réponses des répondants et le jugement de l'évaluateur de façon à reproduire le ratio observé entre l'économie brute provenant de l'analyse technique et l'économie nette obtenue de 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 nette » provenant de l'analyse de facturation ÷ économie brute provenant de l'analyse technique) : 30 %;
- ratio appliqué à la présente évaluation du taux d'opportunisme : $30 \% \div 32 \% = 94 \%$.

$$\begin{aligned} \text{Taux final calibré 2010-2011} &= \\ &\text{Résultat de la méthode du tableau 3-2} \times 94 \% \end{aligned}$$

Le fait que le facteur d'ajustement est faible (près de 100 %) confirme que les choix de l'évaluateur, quant aux taux d'influence associés à chacune des réponses, sont réalistes.

3.4.3 Calcul de l'effet des communications et du bénévolat pour BE

Le calcul de l'effet des communications et du bénévolat reprend la plupart des éléments de la méthode des évaluations des périodes 2004-2006 et 2007-2009. Celle-ci 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, 0 si pas 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 des 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). 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'opportunisme pour NC

Le calcul du taux d'opportunisme reprend la même méthode que celle utilisée lors des deux évaluations précédentes. Il se base sur trois variables.

1. La première est le nombre de thermostats électroniques installés par les maîtres électriciens (MELS) pendant la période évaluée. Cette variable se calcule comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Nombre de thermostats électroniques installés} = & \\ & \text{Nombre de résidences où les MELS ont installé des thermostats}^6 \times \\ & \text{Nombre de thermostats installés dans chaque résidence} \times \\ & \text{Proportion de thermostats électroniques installés dans les résidences} \end{aligned}$$

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 où le MEL décide du type de thermostat à installer.

Le taux d'opportunisme se calcule ensuite comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Taux d'opportunisme} = & \\ & (\text{Nombre de thermostats électroniques installés} \times \\ & \text{Proportion de TÉ installés en l'absence du programme} \times \\ & \text{Proportion du temps où le MEL décide du type de thermostat}) \div \\ & \text{Nombre total de thermostats électroniques installés} \end{aligned}$$

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.

L'effet d'entraînement chez les MELS participants se calcule ensuite selon l'équation suivante :

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

⁶ Cette valeur est triangulée avec les réponses des entrepreneurs et les données de la SCHL sur les mises en chantier.

Le calcul de l'effet de bénévolat chez les MELS non participants s'effectue en trois étapes, à savoir :

1. Le niveau d'influence d'Hydro-Québec sur le choix du type de thermostat installé provient d'une série de sept questions avec 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 sur au moins un aspect) donnent une estimation de la proportion de thermostats électroniques hypothétiquement installés en l'absence du programme.

Le taux de bénévolat chez les MELS non participants est calculé ensuite grâce à l'équation suivante :

$$\text{Taux de bénévolat} = \frac{[\text{Nombre de thermostats électroniques installés} \times (\text{100 \%} - \text{\% de thermostats installés en l'absence du programme})]}{\text{Nombre total de thermostats électroniques installés}}$$

3.5 Étape D : chevauchement

Depuis 2004, Hydro-Québec a mis sur pied plusieurs programmes qui touchent les thermostats électroniques, l'évaluation doit considérer un possible chevauchement avec 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 une seule fois.

Les non-participants au programme BE incluent toutefois l'ensemble des ménages québécois qui n'ont pas participé au programme des thermostats électroniques – bâtiments existants. Cela comprend :

- des ménages qui n'ont pas installé de thermostats (pas d'économies);
- des ménages qui ont installé des thermostats hors de tout programme 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 pourrait donc comptabiliser des 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 le programme BE d'Hydro-Québec 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) si le chevauchement n'est pas pris en compte.

Le chevauchement est forcément négligeable dans le cas des 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.

Le calcul du chevauchement tient compte de trois programmes ou groupes de programmes :

- le programme des thermostats pour les immeubles à logements multiples (MULTI);
- le DRMC;
- les autres programmes de thermostats qui visent des propriétaires, soit : thermostats NC, rénovation énergétique pour les ménages à faible revenu (MFR) et Novoclimat.

La façon dont le chevauchement est pris en compte dans chacun de ces cas est décrite dans les sections qui suivent.

3.5.1 Programme Thermostat - Bâtiments existants multilocatifs (TÉ-MULTI)

Le programme TÉ-MULTI permet aux propriétaires d'immeubles à logements de faire installer dans leurs propriétés des thermostats électroniques par un électricien. Dans la plupart des cas, les logements touchés sont occupés par des locataires et le chevauchement est considéré comme négligeable. Par contre, certains logements sont occupés par le propriétaire et les thermostats installés dans le cadre du programme TÉ-MULTI peuvent être comptés en double dans le programme BE.

L'ensemble des thermostats installés dans les logements occupés par les propriétaires participants du programme TÉ-MULTI sont exclus du programme BE. Le nombre de thermostats attribués au programme TÉ-MULTI (participants) provient du suivi d'Hydro-Québec. Le calcul du nombre de thermostats attribuables à des propriétaires occupants dans TÉ-MULTI est obtenu en multipliant ce nombre par la proportion des logements qui sont occupés par les propriétaires. Le sondage auprès des occupants réalisé dans le cadre de l'évaluation du programme TÉ-MULTI indique que cette proportion est de 22 %. Le nombre de thermostats ainsi obtenu est retranché des thermostats influencés par le programme BE.

3.5.2 DRMC

Par convention, les économies influencées par le DRMC sont exclues du programme des thermostats. Contrairement aux autres programmes touchant spécifiquement les thermostats, un ménage peut être participant à la fois au programme BE et au DRMC. Le chevauchement avec le DRMC est donc aussi estimé pour les participants.

Pour qu'il y ait présence de chevauchement, la réponse aux deux questions suivantes doit être positive :

- 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?

Comme tous les acheteurs de thermostats n'ont pas rempli le DRMC, l'influence de ce dernier programme ne s'applique pas dans plusieurs cas. L'influence du DRMC est donc fixée à 0 si l'acheteur de thermostats n'a pas participé à ce programme ou s'il a participé après l'achat des thermostats. La moyenne d'influence du DRMC peut alors être calculée sur l'ensemble des répondants et être comparée à celles des communications générales et des communications sur les thermostats. La part d'influence du DRMC s'obtient alors simplement en calculant l'importance relative de chaque source d'influence.

Le tableau 3-4 présente le calcul du chevauchement, pour les participants et les non-participants au programme BE.

Tableau 3-4 Calcul du chevauchement

	A				Somme A	Influence relative		
	Notes d'influence					% d'influence pub. Thermo. (A1 ÷ Somme A)	% d'influence comm. Gén. (A2 ÷ Somme A)	% d'influence DRMC (A3 ÷ Somme A)
	A1	A2		A3 ⁷				
2010-2011	Publicité sur les thermo.	Communi-cations générales	DRMC (base : part. au DRMC)	DRMC (base : tous)				
Participant	5,98	6,49	6,04	1,43	13,90	43 %	47 %	10 %
Non-part.	3,57	5,52	5,08	1,00	10,09	35 %	55 %	10 %

Pour déterminer si le DRMC a influencé l'achat de thermostats, l'influence des trois facteurs est répartie en fonction de l'importance accordée à chacun par le répondant (au prorata des notes accordées).

Par contre, pour les participants, le chevauchement avec le DRMC doit être retranché pour les thermostats influencés par le rabais (section 4.3.1).

3.5.3 Autres programmes touchant les thermostats

Pour les programmes thermostats NC, MFR et Novoclimat qui visent des propriétaires, on peut raisonnablement penser que l'influence de ces derniers sur la décision n'est pas toujours présente. En effet, le sondage auprès des électriciens dans NC montre que le propriétaire participe à la décision dans moins de 25 % des cas. Ce taux d'influence est appliqué pour le programme thermostats NC et pour les deux autres programmes qui sont considérés pour établir le chevauchement.

⁷ Basé sur la réponse à une question (note sur 10) sur l'influence avouée du DRMC, en mettant la note à 0 pour ceux qui n'ont pas participé ou qui l'ont fait après l'achat des thermostats électroniques.

Le calcul du chevauchement comprend trois étapes :

- Somme du nombre de thermostats qu'Hydro-Québec s'est attribué dans chacun des programmes considérés (source : Suivi des programmes d'Hydro-Québec).
- 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 (valeur retenue : 25 %).
- Le tout (soit Somme x Estimation) est multiplié 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 sur 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, alors 40 % (ou 8 000 unités) des 20 000 thermostats du programme A sont considérés comme du chevauchement.

Les programmes pris en compte pour le chevauchement sont :

- Thermostats NC (80 % des thermostats du programme, car ce programme touche 20 % d'immeubles à logements dans lesquels on considère le chevauchement inexistant);
- Rénovation énergétique, ménages à faibles revenus;
- Novoclimat (volet unifamilial seulement).

3.6 Étape E : estimation des gains bruts par thermostat

3.6.1 Présentation

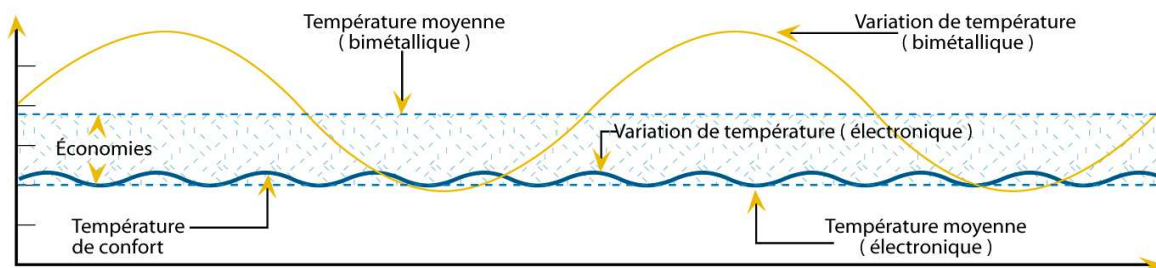
La présente évaluation couvre deux programmes de thermostats : BE et NC. Les résultats obtenus dans le cadre du présent mandat d'évaluation se basent sur une méthodologie commune pour établir les gains unitaires, afin de comparer les économies dans les deux marchés de la manière la plus cohérente possible.

Pour atteindre cet objectif, SOM a élaboré, lors de l'évaluation pour la période 2007 à 2009, un modèle qui estime les économies d'énergie brutes de façon uniforme pour chacun des deux programmes. Ce modèle a été établi en tenant compte, bien entendu, des caractéristiques spécifiques des bâtiments visés par chacun des deux programmes (âge des habitations et qualité moyenne de la construction, 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 de 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 par les occupants 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 le plus probable dans les pièces fréquemment occupées.

Diagramme 3-3 Comparaison des thermostats bimétallique et électronique



2. **Gain de convection** : économies provoquées 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 température moins élevée et de façon plus constante.

Les deux premiers phénomènes s'expliquent par une variation de la température de consigne. Le mode de fonctionnement du thermostat lui-même explique le gain de convection qui survient en l'absence de variation de la température.

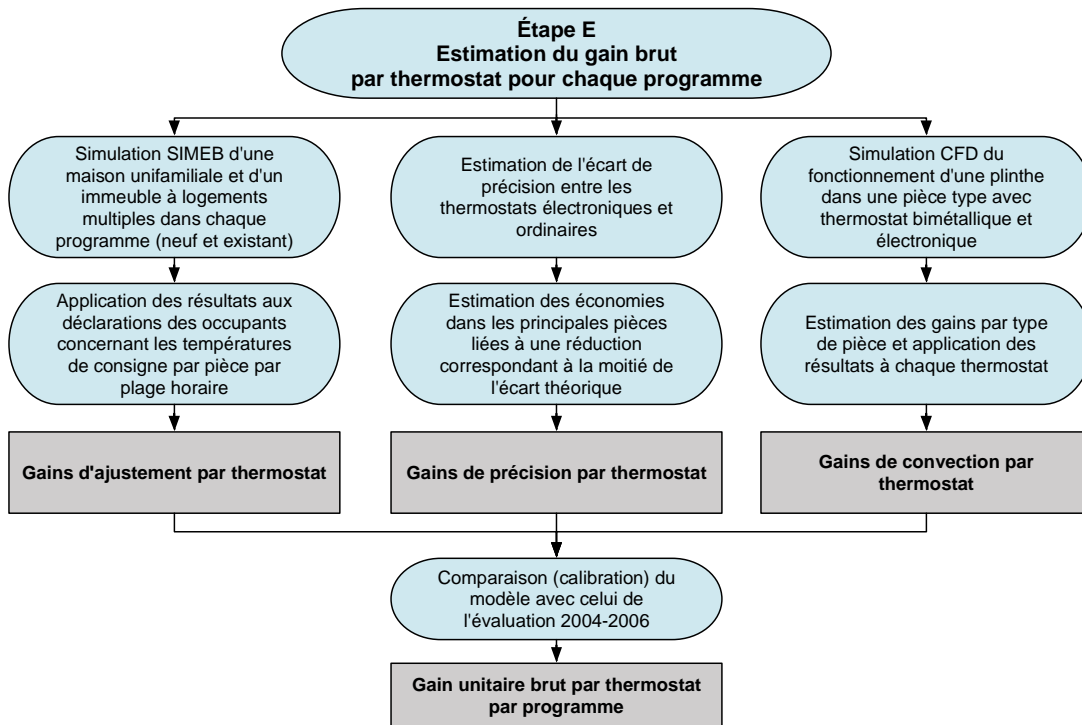
SOM et la firme d'ingénieurs Pageau, Morel et associés ont donc réalisé dans le cadre de la précédente évaluation des programmes BE et NC (2007-2009) :

- 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).

Les résultats de ces simulations sont réutilisés pour la présente évaluation (voir 3.6.5)

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 SIMEB⁸ 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;
- 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.).

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.

La seconde étape de la modélisation consiste à simuler la consommation de la résidence consacrée à chacun des usages⁹ pour 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.

⁸ SIMEB est un progiciel de simulation énergétique des bâtiments qui utilise le modèle d'analyse DOE2.

⁹ Chauffage, eau chaude et autres usages : éclairage, électroménagers, etc.

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

$$\begin{aligned}
 \text{Gains d'ajustement} = & \\
 & \% \text{ d'économie provenant du modèle (immeuble et pièce correspondante)}^{10}) \\
 & \text{pour } 1 \text{ } ^\circ\text{C (en \% de la consommation totale)} \times \\
 & \text{Baisse déclarée moyenne des plages horaires pour la pièce} \times \\
 & \text{Consommation totale réelle du répondant} \times \\
 & \text{Facteur d'ajustement moyen pour la part de chauffage}
 \end{aligned}$$

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 chacun des deux programmes, 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 degré * 50 % = 0,95 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.

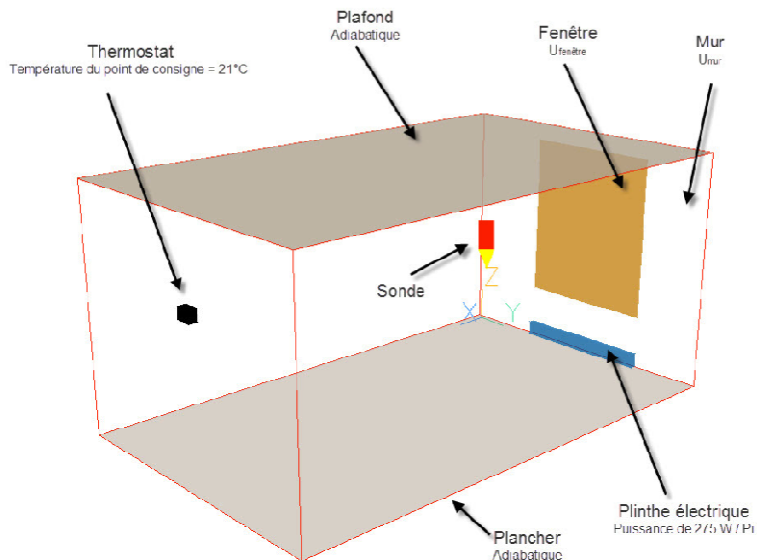
Le résultat de la quatrième étape donne le gain de précision pour chaque thermostat électronique installé pendant la période étudiée dans chaque ménage sondé.

¹⁰ 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.

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.

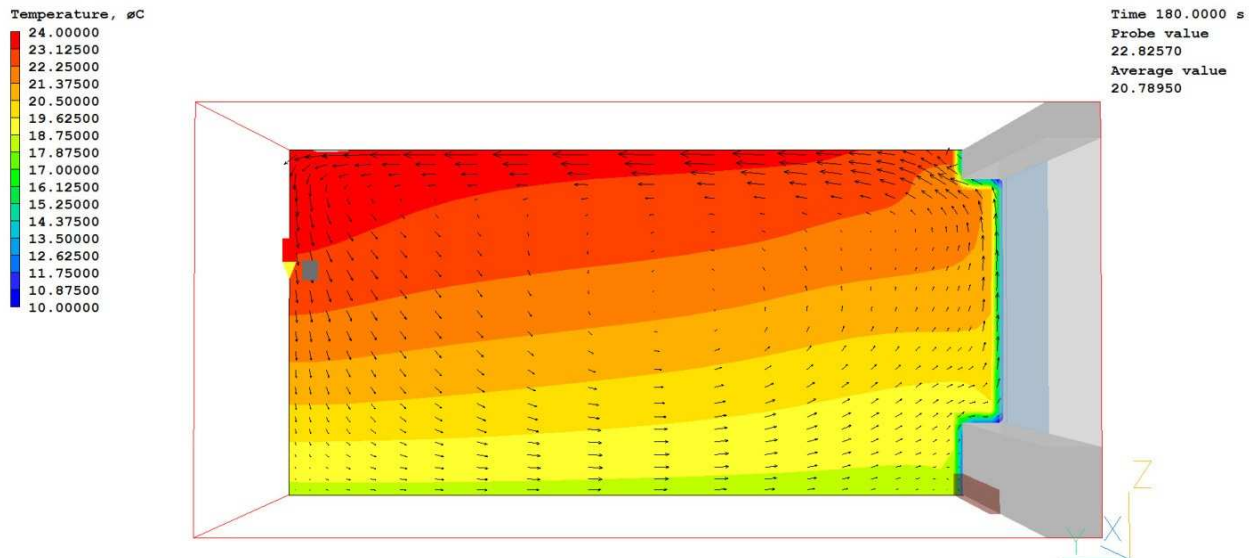
Diagramme 3-5 Pièce simulée dans le modèle CFD



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 :

$$\begin{aligned}
 \text{Gains de convection} = & \\
 & \% \text{ d'économie provenant du modèle (immeuble et pièce correspondante)}^{11}) \\
 & \text{Consommation totale réelle du répondant} \times \\
 & \text{Facteur d'ajustement moyen pour la part de chauffage}^{12}
 \end{aligned}$$

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.

¹² 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.

3.6.4 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 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.

L'ajustement du modèle pour l'harmoniser avec les données de 2004-2006 entraîne une très faible modification du résultat (moins de 2,5 % d'écart).

3.6.5 Intégration et actualisation à 2010-2011 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). Les résultats des simulations et des modélisations sont intégrés aux réponses des participants et des non-participants sondés dans le cadre de l'évaluation du programme pour 2010-2011. Cette intégration permet d'actualiser les résultats du modèle en tenant compte :

- de la consommation d'énergie moyenne réelle des ménages;
- de la part moyenne du chauffage des ménages;
- des ajustements de température déclarés.

Les modèles et les simulations permettent d'estimer l'économie exprimée en pourcentage de la consommation totale. Comme la consommation totale annuelle d'électricité et la proportion que représente le chauffage dans les immeubles des modèles n'est pas nécessairement exactement la même que celles des ménages acheteurs de thermostats, il est important d'ajuster l'économie théorique des modèles pour tenir compte de ces deux aspects. Une analyse de régression, basée sur les factures réelles de l'ensemble des ménages participants, a permis d'établir :

- la proportion que représente le chauffage par rapport à la consommation totale;
- la consommation moyenne annuelle;
- la consommation moyenne annuelle pour une année typique.

Par ailleurs, les simulations permettent d'estimer l'économie associée à une baisse de 1 degré Celsius. Les réponses aux sondages auprès des participants et des non-participants permettent de

calculer la baisse de température de chaque pièce et ainsi d'obtenir une estimation juste de l'économie pour la période étudiée (2010-2011) pour chaque ménage.

Même si la présente évaluation utilise un modèle établi pour l'évaluation 2007-2009, la méthode de calcul permet d'actualiser les résultats pour refléter correctement la réalité propre à la période 2010-2011.

3.7 Calcul des gains totaux

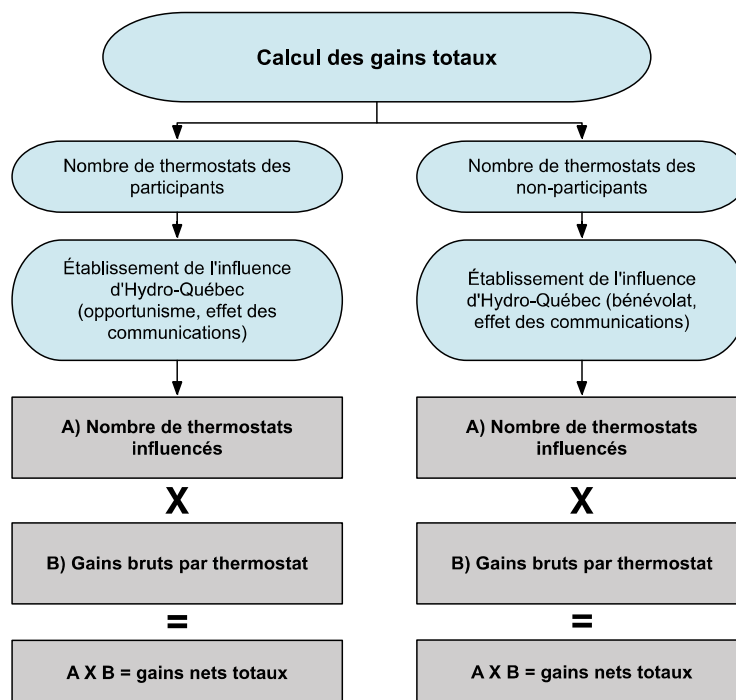
La dernière étape consiste à calculer les gains totaux du programme. Le calcul consiste à multiplier le nombre de thermostats influencés (voir section 3.4) par l'économie brute par thermostat (section 3.6).

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

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

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 Calcul du volume des ventes

Le volume des ventes est d'un peu plus de 1,5 million de thermostats pour 2010-2011

La méthode retenue consiste d'abord à calculer l'écart entre le nombre de thermostats électroniques muraux installés dans les résidences principales à la fin et au début de la période étudiée (2010-2011).

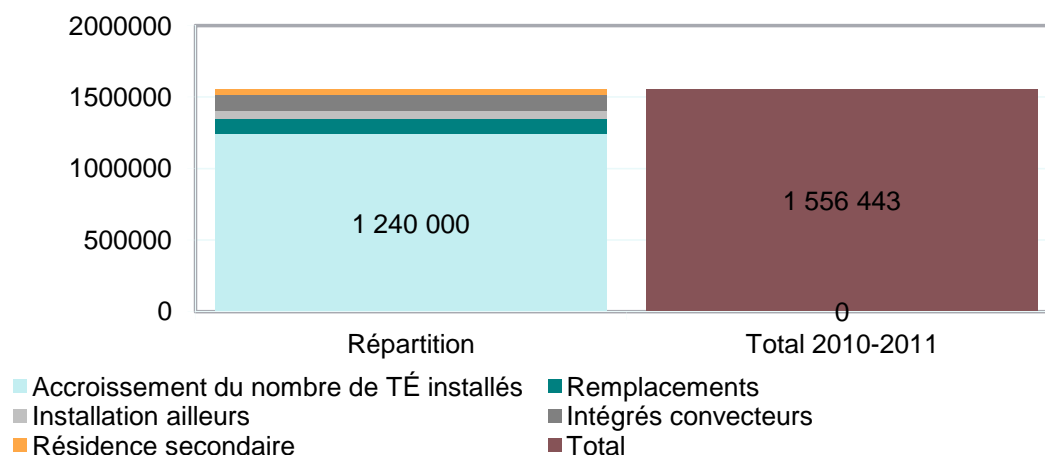
À partir du nombre de thermostats obtenu, les données de sondage servent à estimer l'importance relative¹³ :

- du nombre de thermostats électroniques intégrés à un convecteur (9,0 %);
- du nombre remplacements (9,0 %);
- du nombre de thermostats installés dans les résidences secondaires (3,3 %);
- du nombre de thermostats installés ailleurs (4,2 %).

Le calcul des gains bruts dans BE tient compte du type de thermostat remplacé. En cas de remplacement, les gains sont ajustés à la baisse. Un thermostat électronique qui remplace un 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.

Le diagramme 4-1 présente le volume des ventes de thermostats électroniques obtenu pour 2010-2011.

Diagramme 4-1 Volume des ventes de thermostats électroniques pour 2010-2011



¹³ Importance relative par rapport à l'accroissement du nombre de thermostats muraux installés dans les résidences principales.

4.1.2 Estimation du volume des ventes de thermostats électroniques 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 au programme, soit 1 556 443 unités.

Pour le marché NC, l'estimation du nombre total de thermostats installés pendant la période étudiée (2010-2011) provient des déclarations des MELS. Le nombre total de thermostats installés dans des maisons neuves déclaré par les électriciens est toutefois vérifié. La démarche permet de s'assurer que le nombre d'immeubles (où les thermostats ont été installés) donné par les électriciens 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).

Le tableau 4-1 donne le volume des thermostats considérés dans chaque marché.

Tableau 4-1 Nombre total de thermostats par marché

Programme	Nombre de thermostats
Bâtiment existant (BE), ensemble du parc	1 556 443
Nouvelle construction (NC), inclus dans l'ensemble du parc	428 356

4.1.3 État du parc de thermostats ordinaires à la fin 2011

Environ 6 millions de thermostats ordinaires restant dans le parc résidentiel

À la fin de l'année 2011, on estime qu'il y avait environ 6 millions de thermostats ordinaires encore présents dans les résidences du Québec sur 14 millions de thermostats dans le parc (43 %). Il s'agit donc d'une baisse comparativement aux 7,1 millions de thermostats ordinaires présents dans le parc au début de l'année 2010.

4.2 Effets de distorsion pour BE

4.2.1 Opportunisme

Un taux d'opportunisme de 31 %

Le tableau 4-2 donne les résultats des questions ayant servi au calcul du taux d'opportunisme. Le taux d'opportunisme pour 2010-2011 est de 31 %, un résultat très similaire à celui de l'évaluation 2007-2009 (32 %).

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?			37
Oui	0,6	60,9	
Non	0	38,0	
NSP	0,4	1,1	
Le rabais offert par Hydro-Québec est-il... d'acheter ces thermostats pour lesquels vous avez obtenu un rabais?			29
La principale raison	0	17,9	
Une raison importante	0,1	34,7	
Une des raisons	0,2	16,7	
Une raison secondaire	0,5	8,5	
Aucun impact	0,8	22,0	
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)?			25
Tout à fait d'accord	0,6	37,1	
Plutôt d'accord	0,1	26,9	
Plutôt en désaccord	0	22,1	
Tout à fait en désaccord	0	12,6	
NSP	0,3	1,2	
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?			37
A- N ^{bre} de TÉ non influencés		4,24	
B- Total thermostats réel (X)		5,74	
Ratio A/B (%)		74	
	Ratio X 0,5	37	
Taux d'opportunisme moyen des 4 questions (%)			32
Facteur de calibration établi dans l'évaluation 2004-2006 (voir explication page 18)		94 %	
Taux d'opportunisme obtenu pour 2010-2011			31 %

4.2.2 Effet des communications et bénévolat

Encore une influence considérable d'Hydro-Québec chez les participants (52 %) et les non-participants (41 %)

Les taux nets d'effet des communications et de bénévolat (52 % et 41 %), une fois l'influence du DRMC exclue, changent peu par rapport à ceux de 2004-2006 (53 % et 46 %) puisque les résultats des sondages des deux périodes sont très similaires. 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 2010-2011	
	Participants non influencés par le rabais	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?		
Information et publicité concernant le programme d'HQ	6,0	3,6
Information et publicité d'HQ sur l'efficacité énergétique	6,5	5,5
Les recommandations du rapport DRMC (si rempli)	6,0	5,1
Moyenne non pondérée des questions (excluant le « ne sait pas »)	6,3	5,2
Taux d'influence (%)	58 %	46 %
A) Part relative d'influence du DRMC (% relatif, selon section 3.5.2)	10 %	10 %
B) Part d'influence du DRMC (% = A X taux d'influence)	6 %	5 %
Taux d'influence retenu comptabilisé dans la présente évaluation (sans DRMC pour les NP) (% = Taux d'influence moins B)	52 %	41 %

Dans le cas des participants non influencés par la remise d'Hydro-Québec, l'influence des communications vient atténuer l'opportunisme. Dans ce groupe, puisque les communications ont un impact sur 52 % des thermostats non influencés par le rabais, le taux net pour les participants est donc de 85 % :

$$\begin{aligned}
 &69 \% \text{ influencés par le rabais} + \\
 &\quad (31 \% \text{ d'opportunisme} \times 52 \% \text{ d'influence}) \\
 &= 85 \% \text{ d'influence}
 \end{aligned}$$

Les données du programme combinées aux estimations du nombre de thermostats vendus et aux taux d'influence permettent de calculer l'impact d'Hydro-Québec sur le volume des ventes, tel qu'illustré au tableau 4-4 à la page suivante. Le nombre de thermostats non subventionnés (1 076 348) est obtenu en soustrayant le nombre de thermostats subventionnés (480 095, selon les données de suivi d'Hydro-Québec) des ventes totales sur la période 2010-2011 (ou 1 556 443). Les taux d'influence associés aux effets de marché 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	1 556 443	480 095	1 076 348
B) Taux d'opportunisme (%)		31	
C) Nombre influencé par le rabais		331 266	0
D) Nombre non influencé par le rabais		148 829	1 076 348
E) Taux d'influence retenu (%)		52	41
F) Nombre influencé par les communications (D X E)		77 391	441 303
Influencés (C + F)	849 960	408 657	441 303
Non influencés		71 438	635 045
Taux d'influence net (%)		85 %	41 %

4.3 Chevauchement

Comme le programme bâtiments existants inclut tous les ménages (dans sa portion « non-participants »), les thermostats influencés peuvent aussi être comptabilisés dans les autres programmes qui font la promotion des thermostats électroniques¹⁴. Il faut nécessairement tenir compte du chevauchement dans le cas du programme BE.

4.3.1 DRMC (participants influencés par la remise)

La part d'influence du DRMC n'a pas été comptabilisée dans le calcul des effets des communications et de bénévolat applicables aux non-participants et aux participants non influencés par la remise d'Hydro-Québec (section 4.2.2). Le chevauchement avec le DRMC a donc déjà été pris en compte pour ces deux groupes puisque l'influence du DRMC n'a pas été comptabilisée au départ. En suivant la même logique, le chevauchement avec le DRMC doit être retranché pour les thermostats achetés par les participants influencés par la remise.

L'influence du DRMC sur les participants est de 10 % (voir section 3.5.2). Le tableau 4-5 présente le calcul du chevauchement avec le DRMC.

Tableau 4-5 Chevauchement avec le DRMC

	Subventionnés
A) Nombre de thermostats influencés par le rabais	331 266
B) Taux d'influence du DRMC (%)	10 %
Chevauchement avec le DRMC	-33 127

¹⁴ DRMC, Thermostats MULTI et NC, Rénovation énergétique MFR, Novoclimat.

4.3.2 Programme TÉ-MULTI

Tel qu'expliqué dans la section méthodologique (section 3.5.1), le chevauchement avec le programme TÉ-MULTI provient des propriétaires occupants qui habitent 22 % des logements où des thermostats électroniques ont été installés dans le cadre de ce dernier programme.

Tableau 4-6 Chevauchement avec le programme TÉ-MULTI

	Chevauchement
A) Proportion des logements occupés par le propriétaire	22 %
B) Nombre de thermostats installés en 2010-2011 dans le cadre du programme TÉ-MULTI	557 284
C) Chevauchement avec TÉ-MULTI (22 % X le nombre de thermostats)	-122 602

4.3.3 Autres programmes des thermostats

Le tableau 4-7 présente le résultat du calcul du chevauchement du programme BE avec les autres programmes touchant les thermostats électroniques (programme NC, rénovation énergétique pour les ménages à faibles revenus et Novoclimat volet des unifamiliales). La méthode de calcul est expliquée dans la section méthodologique (section 3.5.3).

Tableau 4-7 Chevauchement avec les autres programmes

	Chevauchement
Participants	1 302
Non-participants	30 409
Total	31 711

Le programme thermostats NC inclut des économies générées par des non-participants (bénévolat). Le chevauchement avec les thermostats subventionnés des participants à BE (1 302 thermostats) provient de ces non-participants à NC.

Toutefois, les thermostats comptabilisés dans le cadre des autres programmes entrent surtout en chevauchement avec les non-participants de BE (30 409) puisque ces derniers proviennent de l'ensemble des ménages et peuvent avoir participé à un des trois autres programmes considérés dans cette section.

4.3.4 Bilan du chevauchement

Le chevauchement touche 7 % des thermostats des participants et 14 % de ceux des non-participants

Le tableau 4-8 présente les résultats du calcul du chevauchement.

Tableau 4-8 Bilan du chevauchement

	Évaluation	Chevauchement	Total influencé corrigé
Participants	480 095		480 095
Influencés	408 657	34 429	374 228
Non influencés	71 438		105 867
Non-participants	1 076 348		1 076 348
Influencés	441 303	153 011	288 291
Non influencés	635 045		788 057
Total	1 556 443		1 556 443
Total influencé	849 960	187 440	662 519

4.4 Effets de distorsion pour NC

Un taux d'opportunisme de 24 %, une influence limitée d'Hydro-Québec chez les non-participants (5 %) et une hausse de l'entraînement chez les participants (12 % contre 3 % à l'évaluation précédente)

Les méthodes de calcul de l'évaluation précédente servent au calcul de l'opportunisme, de l'entraînement et du bénévolat afin de préserver le mieux possible la comparabilité des résultats.

Le tableau 4-9 présente les résultats des calculs des effets de distorsion.

Tableau 4-9 Effets de distorsion dans le programme NC

Effet de distorsion	Taux d'opportunisme (%)
Opportunisme (participants)	-24
	Taux d'influence (%)
Entraînement (participants)	12
Bénévolat (non-participants)	5

Le taux d'opportunisme demeure stable en 2010-2011 (24 %) par rapport à 2007-2009 (22 %) considérant les marges d'erreur. L'entraînement, lui, est plus élevé que celui de la période précédente (12 % contre 3 %). En effet, avec des remboursements moindres que lors de la période précédente, une plus grande proportion de MELS participants ont procédé à des installations de thermostats électroniques sans demander de remboursement. Enfin, le taux de bénévolat est plus bas que celui de la dernière évaluation (5 % contre 9 %), mais l'écart n'est pas significatif.

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 4-10 présente le résultat de ces calculs.

Tableau 4-10 Nombre de thermostats influencés dans le programme NC

	Résultats de l'évaluation pour NC	%
Participants	362 272	
Influencés	318 369	88
Non influencés (opportunisme, -24 % plus entraînement, +12 %)	43 903	12
Non-participants	66 084	
Influencés	3 304	5
Non influencés	62 780	95
Total	428 356	
Total influencé	321 673	75

4.5 Estimation des économies brutes des thermostats

Des gains bruts variant entre 99 kWh et 118 kWh selon le segment

Le modèle de calcul des gains bruts vise à estimer l'ampleur de trois des principaux phénomènes qui sont théoriquement à la source des économies générées par les thermostats, soit les gains d'ajustement, de précision et de convection.

Le calcul des gains est basé sur quatre simulations de bâtiments à l'aide du logiciel SIMEB et de deux modélisations basées sur la dynamique des fluides dans une pièce chauffée par une plinthe électrique. Celles-ci ont été réalisées dans le cadre de l'évaluation précédente par SOM et la firme d'ingénieurs Pageau, Morel et associés.

Le tableau 4-11 présente les économies pour chacun des types de gains et pour chaque programme.

Tableau 4-11 Gains bruts par thermostat

	BE 2010-2011 NP (kWh)	BE 2010-2011 P (kWh)	NC 2010-2011 occupants (kWh)
Gains d'ajustement	47 ¹⁵	31	32
Gains de précision	22	24	21
Gains de convection	49	52	46
Gains totaux	118 ± 12	107 ± 8	99 ± 14

Les gains bruts par thermostat sont respectivement de 118 kWh (BE, non-participants), 107 kWh (BE, participants) et de 99 kWh (NC). Ces gains moyens pour tous les types d'habitation couvrent à la fois les thermostats programmables et non programmables.

Le gain des occupants NC (99 kWh) est plus faible que celui des participants BE parce que la consommation annuelle moyenne est plus faible dans le programme NC notamment parce que la proportion de résidences unifamiliales est moins élevée.

¹⁵ Pour les NP dans BE un taux de non-réponse partielle élevé à la question sur l'ajustement de température fait en sorte que le nombre de réponses valides pour l'écart de température est très faible. Pour pallier ce problème, la valeur d'ajustement de température utilisée correspond à la moyenne observée pour les trois évaluations du programme réalisées jusqu'à maintenant. Pour les autres groupes, le nombre de réponses valides dans la présente évaluation est suffisant.

4.6 Gains totaux du programme

4.6.1 Programme BE

Les tableaux 4-12 et 4-13 présentent les économies du programme. Pour 2010 et 2011, le programme BE a généré des économies totales nettes de 74 GWh provenant des 374 228 thermostats électroniques qu'Hydro-Québec a influencés chez les participants (40 GWh), mais aussi des 288 291 thermostats influencés chez les non-participants (34 GWh).

Tableau 4-12 Gains du programme BE (2010-2011)

Bâtiment existant	Influence (%)	Nombre d'unités	Effets de distorsion (% des unités des participants)	Économie unitaire (kWh)	Économies totales (GWh)	Effets de distorsion (% des GWh participants)
Participants				107		
Nombre d'unités	100 %	480 095	100 %		51,4	100 %
Opportunisme	-31 %	-148 829	-31 %		-15,9	-31 %
Chevauchement	-7 %	-34 429	-7 %		-3,7	-7 %
Effet des communications (52 % de 31 %)	16 %	77 391	16 %		8,3	16 %
Total influencé (P)		374 228			40,1	
Non-participants				118		
Nombre d'unités	100 %	1 076 348				
Bénévolat	41 %	441 303	92 %		52,1	101 %
Chevauchement	-14 %	-153 011	-32 %		-18,1	-35 %
Total influencé (NP)		288 292	60 %		34,0	
Total influencé par Hydro-Québec		662 520	138 %		74,1	144 %
Suivi Hydro-Québec (GWh)		529 347			69,9	
Écart		133 173			4,2	
Taux de réalisation du suivi (%)		125 %			106 %	

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 106 % du gain prévu principalement en raison du fait que le nombre de thermostats influencés est plus élevé que prévu.

4.6.2 Programme NC

Sur 2 ans, le programme NC a généré des économies totales nettes de 32 GWh provenant principalement des 318 369 thermostats électroniques subventionnés qu'Hydro-Québec a influencés chez les participants.

Tableau 4-13 Gains du programme NC (2010-2011)

	Influence (%)	Nombre d'unités	Effets de distorsion (% des unités des participants)	Économie unitaire (kWh)	Économies totales (GWh)	Effets de distorsion (% des GWh des participants)
Nouvelle construction						
Participants				99		
Nombre d'unités	100 %	362 272	100 %		35,9	100 %
Opportunisme	- 24 %	- 85 630	-24 %		- 8,5	- 24 %
Entraînement	12 %	41 728	12 %		4,1	12 %
Total influencé (P)		318 370			31,5	
Non participants				99		
Nombre d'unités	100 %	66 084				
Bénévolat	5 %	3 304	1 %		0,3	1 %
Total influencé (NP)		3 304	1 %		0,3	
Total influencé par Hydro-Québec		321 674	89 %		31,8	89 %
Suivi Hydro-Québec (GWh)		308 699			34,3	
Écart		12 975			- 2,5	
Taux de réalisation du suivi (%)		104 %			93 %	

Dans NC, la révision des effets de distorsion entraîne une très légère hausse par rapport au suivi d'Hydro-Québec, mais l'économie moyenne par thermostat est 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 qui s'avère plus conservateur. Or, le gain unitaire utilisé par Hydro-Québec dans son suivi est basé sur le résultat de cette première évaluation, car le rapport d'évaluation de la période 2008-2009 a été produit en mars 2012.

Les tableaux 4-14 et 4-15 présentent la répartition des économies par année pour chaque programme.

Tableau 4-14 Gains par année (BE)

Bâtiment existant	2010	2011	Total
Participants			
Nombre d'unités	263 481	216 614	480 095
Nombre d'unités influencées	205 380	168 848	374 228
Économies nettes	22	18	40
Non-participants			
Nombre d'unités	538 174	538 174	1 076 348
Nombre d'unités influencées	144 145	144 146	288 291
Économies nettes (GWh)	17	17	34
Nombre total d'unités influencées	349 525	312 994	662 519
Économies nettes totales (GWh)	39,0	35,0	74,1
Suivi Hydro-Québec (GWh)	41,4	28,5	69,9
Écart (GWh)	-2,4	6,5	4,2
Taux de réalisation du suivi (%)	94 %	123 %	106 %

Tableau 4-15 Gains par année (NC)

Nouvelle construction	2010	2011	Total
Participants			
Nombre d'unités	205 232	157 040	362 272
Nombre d'unités influencées	180 360	138 009	318 369
Économies nettes (GWh)	17,8	13,7	31,5
Non-participants			
Nombre d'unités	33 042	33 042	66 084
Nombre d'unités influencées	1 652	1 652	3 304
Économies nettes (GWh)	0,15	0,15	0,3
Nombre total d'unités influencées	182 012	139 661	321 674
Économies nettes totales (GWh)	18,0	13,8	31,8
Suivi Hydro-Québec (GWh)	19,6	14,7	34,3
Écart (GWh)	-1,6	-0,9	-2,5
Taux de réalisation du suivi (%)	92 %	94 %	93 %

5 Conclusions et recommandations

1) Le programme BE a généré des économies nettes totales de 74 GWh pour les années 2010-2011.

Une bonne partie des économies proviennent des participants (40 GWh), mais Hydro-Québec a aussi eu un impact sur les thermostats hors programme achetés par les non-participants (34 GWh).

***Recommandation 1A :** Pour 2010-2011, Hydro-Québec doit comptabiliser des économies de 74 GWh. Les économies unitaires brutes à utiliser dans le suivi interne du programme sont de 118 kWh (NP) et de 107 kWh (P) par thermostat. De plus, les économies des thermostats des participants doivent être ajustées en fonction du taux d'opportunité de 31 % et d'un effet des communications d'Hydro-Québec de 16 %, comme établi dans la présente évaluation. Pour les années futures, les économies indirectes (non-participants) doivent être comptabilisées séparément et être estimées de façon prudente. On devrait tenir compte d'un possible fléchissement des ventes qu'on observe souvent dans le cycle de vie d'un produit.*

***Recommandation 1B :** Hydro-Québec doit mesurer de façon régulière l'évolution du parc des thermostats.*

2) Le programme NC a généré des économies nettes totales de 32 GWh pour les années 2010-2011.

La presque totalité des économies provient des participants (32 GWh) et l'impact sur les thermostats hors programme est faible (moins de 1 GWh).

***Recommandation 2 :** Pour 2010-2011, Hydro-Québec doit comptabiliser des économies de 32 GWh. Les économies unitaires brutes à utiliser dans le suivi interne du programme sont de 99 kWh par thermostats. De plus, elles doivent être ajustées en fonction d'un taux d'opportunité de 24 % et d'un effet d'entraînement de 12 %, comme établi dans la présente évaluation. 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 donne des économies très petites.*

3) L'impact du comportement des occupants sur le gain unitaire demeure important.

L'effet de convection est indépendant du comportement de l'occupant et génère automatiquement des économies. Une part importante des économies provient toutefois de la baisse de température de consigne.

***Recommandation 3 :** Dans ce contexte, Hydro-Québec doit intensifier ses efforts pour inciter les ménages qui installent des thermostats électroniques (hors programme ou non) à réduire leur température de consigne.*

6 Bibliographie

Évaluations de programme

1. ÉCONOLER. « Évaluation du programme des thermostats électroniques - nouvelle construction 2004 à 2007 », 2008
2. SOM. « Évaluation du programme des thermostats électroniques - marché existant 2004 à 2006 », 2007
3. SOM. « Évaluation du programme des thermostats électroniques - BE 2007 à 2009 et NC 2008 à 2009 », 2012
4. SOM. « Évaluation du programme Thermostats - Bâtiments existants multilocatifs 2010-2011 », 2013

Études techniques

5. 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
6. JOHNSON, Russ, BHAGANI, Dinesh and CARLSON, Steven W. « Measured Impact of Mechanical Thermostat Replacement, CDH Energy Corp », 12 pages
7. LAMBERT, Les. « Electronic Line Voltage Thermostats : A Worthwhile Retrofit for Baseboard Heat? », Lambert Engineering Inc., 11 pages
8. 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

9. SAINÉ MARKETING. « Étude sur les habitudes et comportements des clients résidentiels envers l'efficacité énergétique », 2010
10. SCHL. « L'observateur du logement au Canada », éditions 2010 et 2011
11. SOM. « Analyse du parc des thermostats », 2009