



Rapport d'évaluation

Thermostats intelligents – volets résidentiel et affaires

Période évaluée : Années 2018-2021

Présenté à :

Énergir

Rapport d'évaluation

11 août 2022

Table des matières

1. LE SOMMAIRE.....	5
1.1 La description des volets	5
1.2 Les objectifs de l'évaluation	5
1.3 Les résultats.....	5
1.3.1 L'évaluation des processus.....	5
1.3.2 L'évaluation de marché.....	5
1.3.3 L'évaluation de l'impact énergétique	6
1.3.4 L'évaluation du surcoût et de la durée de vie.....	6
1.4 Les recommandations	6
2. LE CONTEXTE ET LES OBJECTIFS	8
2.1 La description des volets évalués	8
2.2 La participation aux volets.....	8
2.3 Les objectifs de l'évaluation	9
3. LA MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION	10
3.1 Les sources de données.....	10
3.2 Le sondage auprès des participants	10
3.3 Les entrevues auprès des acteurs du marché	10
3.4 La méthode d'évaluation de l'impact énergétique	11
3.4.1 Le calcul des économies brutes du volet	11
3.4.2 Le calcul des économies nettes du volet.....	11
4. L'ÉVALUATION DES PROCESSUS	12
4.1 Les conditions d'admissibilité aux volets	12
4.2 Le processus de traitement des demandes d'aide financière.....	12
4.3 La stratégie de commercialisation des volets	13
4.4 Le niveau de participation des différents partenaires à la promotion des volets	13
5. L'ÉVALUATION DE MARCHÉ.....	14
5.1 Les caractéristiques des thermostats intelligents installés.....	14
5.2 Le profil, le contexte et les raisons d'acquisition	14
5.3 La notoriété du volet et les facteurs décisionnels.....	16
5.4 La satisfaction envers les volets	16
5.5 La perception des thermostats intelligents installés.....	16
5.6 Le niveau de satisfaction envers les thermostats intelligents installés	17
5.7 Les barrières à l'adoption des thermostats intelligents et à la participation aux volets	17
5.8 Le taux de pénétration des thermostats intelligents	17
5.9 L'évolution du marché et son impact potentiel sur les volets	18
6. L'ÉVALUATION DES IMPACTS ÉNERGÉTIQUES	19
6.1 Algorithme retenu pour les thermostats intelligents du volet résidentiel	21
6.1.1 Présentation des équations de l'algorithme de calcul	22
6.1.2 Résultats des économies d'énergie brutes du volet résidentiel	24
6.1.3 Calcul des économies nettes du volet résidentiel.....	28
6.2 Algorithme retenu pour les thermostats intelligents du volet affaires	29
6.2.1 Présentation des équations de l'algorithme de calcul	30
6.2.2 Résultats des économies brutes du volet affaires	30

6.2.3 Économies nettes du volet affaires	31
7. L'EXAMEN DES MODALITÉS DE L'AIDE FINANCIÈRE	33
7.1 L'estimation du surcoût et le pourcentage du surcoût couvert par l'aide financière	33
7.2 La comparaison avec des programmes similaires offerts par d'autres organismes	33
7.3 Le niveau de satisfaction dans le marché.....	34
7.4 La durée de vie	34
8. LES CONCLUSIONS ET LES RECOMMANDATIONS.....	36
8.1 Les conclusions	36
8.2 Les recommandations	36
9. BIBLIOGRAPHIE.....	37

Liste des tableaux

2.1 Participation au volet Thermostats électroniques intelligents – résidentiel.....	9
2.2 Participation au volet Thermostats électroniques intelligents – affaires.....	9
6.1 Économies totales des thermostats intelligents (méthode 2).....	23
6.2 Températures de consigne et abaissement moyen des thermostats intelligents.....	25
6.3 Économies totales après effritement des thermostats intelligents (méthode 1)	25
6.4 Pourcentage d'économies totales.....	26
6.5 Comparaison des économies unitaires – volet résidentiel	26
6.6 Comparaison du taux d'opportunisme – volet résidentiel	28
6.7 Comparaison des économies unitaires – volet affaires	31
6.8 Comparaison du taux d'opportunisme – volet affaires	31
7.1 Surcoût de l'appareil	33
7.2 Programmes similaires offerts par d'autres organismes	34
7.3 Durée de vie	35
Annexe A - Liste des études sur les économies d'énergie des thermostats intelligents analysées.....	40
Annexe B - Résultats de la recherche sur le Web avec les mots clés « smart thermostat life expectancy ».....	41

Liste des diagrammes

5.1 Répartition des participants pour le volet résidentiel.....	14
5.2 Répartition des participants pour le volet affaires.....	15

Liste des acronymes

ACEEE : American Council for an Energy-Efficient Economy

CEE : Consortium for Energy Efficiency

CII : Commercial, institutionnel et industriel

DJC : Degré-jours de chauffage

DOE : United States Department of Energy

EPA : United States Environmental Protection Agency

NEEA : Northwest Energy Efficiency Alliance

NEEP : Northeast Energy Efficiency Partnerships

NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration

NRCan : Ressources naturelles Canada

PCGN : Partenaire certifié en gaz naturel d'Énergir

Définitions

Thermostat bimétallique : thermostat fonctionnant par dilatation thermique. Ce type de thermostat est peu coûteux, simple et durable. Par contre, il est peu précis, ce qui occasionne des variations de température pouvant aller de ± 2 à 4 °C. Ce type de thermostats est aussi connu sous le nom de thermostat mécanique. Une intervention de l'utilisateur est nécessaire pour ajuster la température.

Thermostat électronique non programmable : thermostat fonctionnant à l'aide d'un composant électronique dont la résistance électrique varie en fonction de la température. Ce type de thermostat est plus précis que le thermostat bimétallique. Il permet d'obtenir des variations de température de l'ordre $\pm 0,5$ °C. L'utilisateur doit ajuster manuellement la température sur ce type d'appareil.

Thermostat programmable : thermostat permettant à l'utilisateur de définir la température de consigne selon des périodes de temps ou selon un type d'occupation (mode jour, nuit, absent, etc.), ce qui permet de faire des économies d'énergie. Les thermostats programmables sont tous électroniques. Même si les thermostats intelligents peuvent être programmés, dans le cadre de la présente évaluation, nous distinguons les thermostats intelligents des thermostats programmables.

Thermostat intelligent : thermostat permettant une diminution de la consommation énergétique sans affecter le confort des occupants en utilisant différentes stratégies telles que le contrôle à distance, l'utilisation d'algorithmes, la prise en compte des conditions météorologiques et la détection de la présence ou de la proximité des occupants. Ces stratégies permettent d'ajuster la température de manière dynamique et offrent en théorie de meilleurs résultats que les thermostats programmables, qui sont généralement sujets à un taux d'effritement élevé en raison, notamment, de leur complexité de programmation. Ce type de thermostat est connecté à un réseau Wi-Fi, ce qui permet un accès à distance sur une application Web ou sur un téléphone intelligent.

1. LE SOMMAIRE

1.1 La description des volets

Les volets « Thermostats intelligents – résidentiel et affaires » ont pour objectif de faire la promotion des thermostats intelligents auprès des clients actuels et des nouveaux clients d'Énergir.

Les volets offrent une aide financière couvrant 75 % du prix d'achat jusqu'à concurrence de 100 \$.

1.2 Les objectifs de l'évaluation

L'évaluation porte sur les volets thermostats intelligents. Elle englobe une évaluation de processus, une évaluation de marché, une évaluation d'impact énergétique et un examen des modalités de l'aide financière. Elle vise les années 2018-2019, 2019-2020 et 2020-2021.

1.3 Les résultats

1.3.1 L'évaluation des processus

Les conditions d'admissibilité aux volets sont simples. La liste de modèles admissibles n'est pas contraignante. Le processus de traitement des demandes d'aide financière est satisfaisant. Énergir a utilisé un large éventail de moyens pour faire connaître les volets. Les installateurs ne voient pas d'avantage à promouvoir les volets et perçoivent un risque à offrir des thermostats intelligents. Les détaillants rencontrés sont prêts à collaborer avec Énergir dans la commercialisation des thermostats intelligents.

1.3.2 L'évaluation de marché

Le marché des thermostats se partage principalement entre quatre marques : Google Nest, Ecobee, Honeywell Home et Emerson. Une proportion de 24 % des thermostats du volet résidentiel a été installée directement pour le compte d'un constructeur d'habitations. Parmi les autres thermostats du volet, la part d'auto-installation est de 79 %. Aucun thermostat du volet affaires n'a été installé pour un constructeur et la part d'auto-installation est de 38 %.

En excluant les frais d'installation, les participants au volet résidentiel ont payé en moyenne 248 \$ pour leur thermostat intelligent et ceux du volet affaires ont déboursé en moyenne 210 \$. Tant pour le volet résidentiel qu'affaires, les thermostats intelligents ont remplacé des thermostats programmables dans la moitié des cas.

La plupart des thermostats intelligents ont été configurés depuis leur installation. Cette configuration est jugée facile. Près de trois participants au volet résidentiel sur quatre (73 %) ont indiqué avoir activé une fonction d'ajustement automatique de leur thermostat. Cette proportion n'est que de 25 % pour les participants au volet affaires.

Les installateurs estiment que les volets sont peu connus auprès de leurs clients. Le site Internet d'Énergir et les communications d'Énergir sont les principales sources d'information quant à l'existence des volets.

La satisfaction envers les volets est très élevée et les participants estiment qu'il est facile d'y participer. La satisfaction envers la performance des thermostats installés est également très élevée et les participants considèrent qu'ils sont faciles à configurer. Pour les installateurs et les constructeurs, le prix des thermostats intelligents et la complexité perçue des produits sont les principales barrières à l'adoption des thermostats intelligents.

Le taux de pénétration des thermostats intelligents est encore peu élevé. Toutefois, les acteurs du marché estiment que ce taux ira en augmentant.

1.3.3 L'évaluation de l'impact énergétique

Les économies brutes unitaires liées au volet thermostat intelligent sont estimées à **75 m³** par thermostat pour le marché résidentiel, alors qu'elles sont estimées à **275 m³** pour le marché affaires.

Des économies supplémentaires en électricité de **49,3 kWh/an** par participant peuvent être ajoutées au volet résidentiel. En raison de la diversité des systèmes et de l'absence d'information sur les thermostats qui seraient connectés à un système de climatisation, les économies supplémentaires en électricité n'ont pu être calculées pour le volet affaires.

Les taux d'opportunité des volets ont été estimés à **34,8 %** pour le volet résidentiel et à **38,1 %** pour le volet affaires respectivement. Les autres effets de distorsion ont été établis à 0 %.

1.3.4 L'évaluation du surcoût et de la durée de vie

La base de référence pour le calcul du surcoût est le thermostat programmable. Il a été estimé que l'aide financière couvre 56 % du surcoût pour le volet résidentiel, avec un surcoût revu à **178 \$**. Et pour le volet affaires, l'aide financière du volet couvre 71 % du surcoût, estimé à **140 \$**.

En ce qui concerne les durées de vie, les durées de vie des suivis internes, soit de **10 ans** pour le volet résidentiel et **16 ans** pour le volet affaires, ont été conservées.

1.4 Les recommandations

À la lumière des constats évoqués dans ce rapport, l'évaluateur émet trois recommandations :

1. Considérant le faible intérêt des installateurs à faire la promotion des volets de thermostats intelligents auprès de leur clientèle, Énergir pourrait explorer de nouvelles stratégies de commercialisation avec d'autres acteurs du marché, comme les fournisseurs et les détaillants.

2. Accroître les efforts de communication des volets directement avec la clientèle.
3. Ajuster les paramètres du suivi interne du volet selon les nouveaux paramètres obtenus dans le cadre de la présente évaluation.

2. LE CONTEXTE ET LES OBJECTIFS

2.1 La description des volets évalués

Les volets « Thermostats intelligents – résidentiel » et « Thermostats intelligents – affaires » ont pour objectifs de faire la promotion des thermostats intelligents auprès des clients actuels et des nouveaux clients d'Énergir.

De manière à réduire le coût élevé de ce type de thermostat, les volets offrent une aide financière couvrant 75 % du prix d'achat jusqu'à concurrence de 100 \$. Une liste des thermostats admissibles est disponible sur le site d'Énergir¹. Cette liste est mise à jour deux fois par année. Pour y figurer, un thermostat doit être homologué ENERGY STAR.

Les participants aux volets peuvent installer eux-mêmes leur thermostat ou le faire installer par un partenaire certifié d'Énergir. Les participants ont 30 jours après la date d'achat inscrite sur leur facture pour soumettre une demande d'aide financière.

Pour être admissible aux volets, un thermostat intelligent doit être relié à un système de chauffage central à gaz naturel et à un réseau local de transmission de données sans fil (Wi-Fi). Un seul thermostat est autorisé par système de chauffage.

Énergir offre de l'aide financière pour les thermostats intelligents sur le marché résidentiel depuis le 1^{er} février 2016. Cette aide visait à compléter celle du volet Thermostats électroniques programmables. Pour sa part, le volet « Thermostats intelligents - affaires (projet pilote) » a été lancé le 1^{er} octobre 2019. Il fait la promotion des mêmes thermostats que le volet résidentiel, mais cible principalement les petits et moyens clients affaires. Outre l'aide financière, Énergir a fait des communications visant à informer les participants des meilleures pratiques quant à l'utilisation et la configuration des thermostats intelligents.

Le volet portant sur la promotion des thermostats intelligents pour le marché résidentiel a été évalué en 2019 dans le cadre de l'évaluation du volet Thermostats électroniques programmables et intelligents². Celui destiné au marché affaires est évalué pour une première fois.

2.2 La participation aux volets

La base de données du volet résidentiel indique qu'il a eu 1 988 participants lors des années 2018-2019 à 2020-2021. Ce nombre représente un taux de réalisation de 44 % par rapport aux objectifs fixés. Pour sa part, la base de données du volet affaires dénombre 17 participants lors de la même période, ce qui donne un taux de réalisation de 2 %. Les deux tableaux suivants présentent par année les données relatives à la participation aux volets.

¹ https://www.energir.com/~media/Files/Residentiel/EE_appareilsadmissibles/FR/PE104-ThInt_FR.pdf?la=fr

² Dunsky Expertise en énergie, Évaluation du volet thermostats électroniques programmables et intelligents (PE103) – Programme appareils efficaces résidentiel, Novembre 2019.

Tableau 2.1 – Participation au volet Thermostats intelligents – résidentiel

Période	2018-2019	2019-2020	2020-2021	Total
Prévision	1 050	1 350	2 160	4 560
Résultats	730	595	663	1 988
Taux de réalisation	70 %	44 %	31 %	44 %

Tableau 2.2 – Participation au volet Thermostats intelligents – affaires

Période	2018-2019	2019-2020	2020-2021	Total
Prévision	-	250	500	750
Résultats	-	10	7	17
Taux de réalisation	-	4 %	1 %	2 %

2.3 Les objectifs de l'évaluation

L'évaluation porte à la fois sur les volets Thermostats intelligents résidentiel et affaires. Elle englobe une évaluation de processus, une évaluation de marché, une évaluation d'impact énergétique et un examen des modalités de l'aide financière. La période visée couvre les années 2018-2019, 2019-2020 et 2020-2021.

3. LA MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION

3.1 Les sources de données

L'évaluation des deux volets portant sur les thermostats intelligents repose sur les activités de collecte de données suivantes :

1. une analyse de la documentation du programme,
2. une entrevue avec les gestionnaires des volets,
3. un sondage auprès des participants,
4. des entrevues auprès des acteurs du marché,
5. un balisage des méthodologies de calcul des économies d'énergie pour les thermostats intelligents,
6. un balisage des programmes similaires.

3.2 Le sondage auprès des participants

Au total, le sondage téléphonique portant sur le volet résidentiel a permis d'obtenir un échantillon de 250 participants. De façon à minimiser le biais de mémoire, les participants les plus récents ont été privilégiés dans l'échantillonnage, ainsi 60 % de l'échantillon est composé de participants de l'année 2020-2021 et 40 % proviennent des participants de l'année 2019-2020. L'échantillon ne compte aucun participant de l'année 2018-2019. Le questionnaire avait une durée moyenne de 18 minutes. La collecte des données s'est déroulée du 7 décembre 2021 au 14 janvier 2022. Un taux de réponse de 52 % a été obtenu.

Pour sa part, en raison du faible nombre de participants, l'échantillon du sondage téléphonique pour le volet affaires s'élève à huit participants. La durée moyenne du questionnaire était de 19 minutes. Le questionnaire était semblable à celui utilisé pour le volet résidentiel. La collecte des données s'est déroulée du 5 au 21 janvier 2022 et un taux de réponse 63 % a été obtenu.

3.3 Les entrevues auprès des acteurs du marché

Au total, 16 entrevues ont été réalisées avec des installateurs de systèmes de chauffage au gaz naturel installant des thermostats intelligents. Les entretiens, d'une durée de 25 à 35 minutes, ont été menés par des professionnels d'Ad hoc recherche à l'aide d'un guide d'entrevue.

Par ailleurs, neuf entrevues ont eu lieu selon les mêmes modalités avec des constructeurs faisant installer des systèmes de chauffage au gaz naturel dans leurs constructions neuves et installant également des thermostats intelligents.

Deux entrevues ont été réalisées avec des détaillants de thermostats intelligents afin principalement d'approfondir l'analyse concernant les ventes de thermostats intelligents.

Finalement, une entrevue a été effectuée auprès d'un gestionnaire de programme d'efficacité d'un autre fournisseur de gaz naturel.

Le faible nombre de répondants ne permet pas d'obtenir des résultats statistiquement représentatifs. Toutefois, la convergence des opinions sur plusieurs sujets permet de tirer plusieurs conclusions.

3.4 La méthode d'évaluation de l'impact énergétique

3.4.1 Le calcul des économies brutes du volet

La méthodologie permettant de calculer les économies brutes d'énergie attribuables au volet a été déterminée à la suite d'une revue de littérature des approches et algorithmes de calculs adaptés aux thermostats intelligents. En l'absence de méthodologie standardisée et suite à nos recherches, la méthodologie retenue pour le calcul des économies d'énergie est similaire à celle utilisée lors de la dernière évaluation. Cette approche permet de prendre en considération l'abaissement de température des participants obtenu grâce au sondage ainsi que la performance des équipements en conditions réelles. La méthodologie est détaillée dans la section 6 du rapport.

3.4.2 Le calcul des économies nettes du volet

Les effets de distorsion suivants ont été considérés dans le calcul des économies nettes du volet : taux d'opportunisme, effet d'entraînement et effet de bénévolat. Les deux premiers effets ont été mesurés dans le cadre de la présente évaluation, alors que le dernier a été mesuré par Énergir dans le cadre d'un processus distinct.

Le taux d'opportunisme et l'effet d'entraînement ont été évalués à partir de la méthodologie fournie par Énergir, soit celles décrites dans le rapport intitulé « Révision des méthodologies d'évaluation des effets de distorsion des programmes du PGEÉ de Gaz Métro »³. Les questions ont été posées dans le cadre des sondages auprès des participants et des entrevues auprès des constructeurs.

³ Société en commandite Gaz Métro, Révision des méthodologies d'évaluation des effets de distorsion des programmes du PGEÉ de Gaz Métro, Examen administratif 2010 des rapports d'évaluation de programmes du PGEÉ et du FEÉ de Gaz Métro, 7 avril 2010.

4. L'ÉVALUATION DES PROCESSUS

L'évaluation des processus vise à identifier des pistes pour améliorer les processus des volets portant sur les thermostats intelligents d'Énergir. Elle porte principalement sur les conditions d'admissibilité aux volets, le traitement des demandes d'aide financière, les stratégies de commercialisation et la participation des partenaires à la promotion des volets.

4.1 Les conditions d'admissibilité aux volets

Les conditions d'admissibilité aux volets sont simples :

- être un client d'Énergir ou être en voie de le devenir;
- le thermostat doit être installé dans un bâtiment résidentiel (maison unifamiliale, duplex, triplex ou condo), commercial ou multi-habitation de 4 logements ou plus dont le chauffage principal est au gaz naturel;
- acheter et installer un thermostat intelligent faisant partie de la liste de modèles admissibles reconnus par Énergir;
- le thermostat doit être relié à un système de chauffage à gaz naturel et être installé en conformité avec les spécifications techniques du fabricant;
- le thermostat doit être relié à un réseau Internet sans fil.

Il y a une limite d'un thermostat par client pour le résidentiel, alors que les clients affaires peuvent en installer un par système de chauffage.

Le thermostat peut être installé par un installateur plombier, dont un Partenaire certifié en gaz naturel d'Énergir (PCGN) ou par le participant lui-même. Les thermostats intelligents installés par un installateur plombier le sont essentiellement dans le cadre d'une nouvelle installation d'appareil de chauffage ou d'un remplacement de système de chauffage.

La liste de modèles admissibles n'est pas contraignante. Très peu de participants au volet résidentiel (2 %) ont indiqué avoir choisi initialement un thermostat qui n'était pas subventionné; ce dernier étant probablement un thermostat non reconnu par ENERGY STAR. Cette situation n'est arrivée à aucun participant au volet affaires.

4.2 Le processus de traitement des demandes d'aide financière

Le délai de traitement des demandes d'aide financière apparaît comme satisfaisant. Dans l'ensemble, 83 % des participants du volet résidentiel ont affirmé être satisfaits du temps requis pour recevoir leur remise en argent. Plus spécifiquement, 26 % ont dit être très satisfaits et 57 % ont spécifié être assez satisfaits. Le participant du volet affaires ayant reçu directement la subvention a indiqué être assez satisfait du délai d'attente.

Le processus de demande en ligne destiné aux auto-installateurs est simple. Presque tous les auto-installateurs du volet résidentiel ont signalé qu'il était facile de remplir le formulaire de demande de subvention (100 % dont 72 % de très facile). La plupart des participants au volet affaires ont indiqué que c'était facile (67 % de très facile). Pour une proportion de 32 % des participants au volet résidentiel ayant

fait installer leur thermostat par un PCGN, la remise monétaire était incluse dans la facture de l'installateur. Ce cas n'a pas été constaté chez les participants au volet affaires.

Les constructeurs et les installateurs ont indiqué être satisfaits du processus de traitement des demandes d'aide financière. Ils n'ont mentionné aucun irritant.

4.3 La stratégie de commercialisation des volets

Énergir a utilisé divers moyens de communication pour faire connaître ses volets portant sur les thermostats intelligents :

- les médias sociaux (Facebook, LinkedIn);
- le site Web d'Énergir;
- un blogue;
- des envois par courriel;
- des bulletins destinés à une clientèle résidentielle, une clientèle d'affaires ou d'influenceurs (ingénieurs);
- des messages sur les enveloppes de factures ou sur les factures elles-mêmes;
- des accroches portes;
- une présentation à une association de propriétaires d'immeubles multilogement;
- des partenariats avec de grandes surfaces de quincaillerie ou de matériaux de construction.

4.4 Le niveau de participation des différents partenaires à la promotion des volets

Les installateurs rencontrés ne font pas la promotion des volets thermostats. D'une part, plusieurs indiquent ne pas avoir de rôle à jouer dans la décision du type de thermostat à installer. D'autre part, leurs efforts de commercialisation sont centrés sur les systèmes de chauffage. Ils perçoivent les thermostats comme étant un élément marginal dans la transaction.

« On ne s'occupe pas de demander les subventions pour les thermostats intelligents installés et on oublie souvent de le mentionner au client. Une subvention de 100 \$ sur un projet de 30 000 \$ ça n'a pas d'impact. »

Par ailleurs, les installateurs indiquent ne pas avoir d'avantage financier à faire la promotion du volet. Ils perçoivent les thermostats intelligents comme compliqués et craignent de recevoir des demandes d'aide de leurs clients suite à leur installation. Pour gérer ce risque perçu, ils demandent souvent à leurs clients souhaitant avoir un thermostat intelligent d'en faire eux-mêmes l'achat.

Les deux détaillants rencontrés dans le cadre de la présente évaluation ont indiqué être ouverts à un partenariat avec Énergir dans la commercialisation des thermostats intelligents. Les détaillants indiquent que de l'information sur le programme de rabais d'Énergir pourrait être disponible dans leurs magasins ou sur leurs sites Web. Les détaillants se sont montrés ouverts à participer à un programme de type rabais instantané. Le partenariat avec Enbridge dans la commercialisation des Thermostats intelligents a été cité comme exemple.

5. L'ÉVALUATION DE MARCHÉ

L'évaluation de marché a été effectuée à deux niveaux, soit une analyse du marché actuel et, à plus haut niveau, une estimation du marché potentiel.

5.1 Les caractéristiques des thermostats intelligents installés

Selon la base de données du volet résidentiel, une grande variété de thermostats a été installée. Les marques les plus fréquentes sont Google Nest (31 %), Ecobee (26 %), Honeywell Home (22 %) et Emerson (13 %). Les mêmes constats peuvent être tirés de la base de données du volet PE204 : Google Nest (29 %), Honeywell Home (29 %), Ecobee (18 %) et Emerson (18 %).

Les détaillants ont listé les mêmes quatre marques pour décrire le marché des thermostats intelligents.

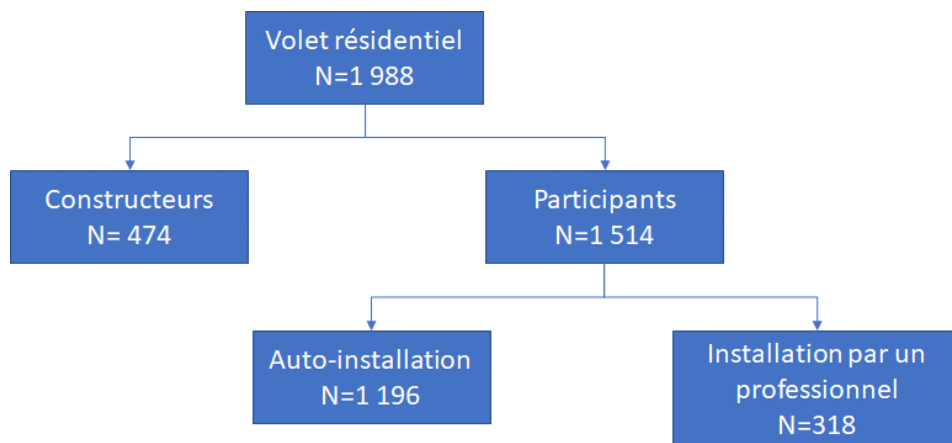
Comme spécifié dans les conditions d'admissibilité des volets, tous les thermostats intelligents installés sont reconnus par ENERGY STAR.

5.2 Le profil, le contexte et les raisons d'acquisition

Près du quart des thermostats du volet résidentiel (24 %, soit 474 thermostats sur 1 988) n'ont pas été installés directement pour un participant, mais pour le compte d'un constructeur d'habitations. Aucun thermostat du volet affaires n'a été installé pour un constructeur.

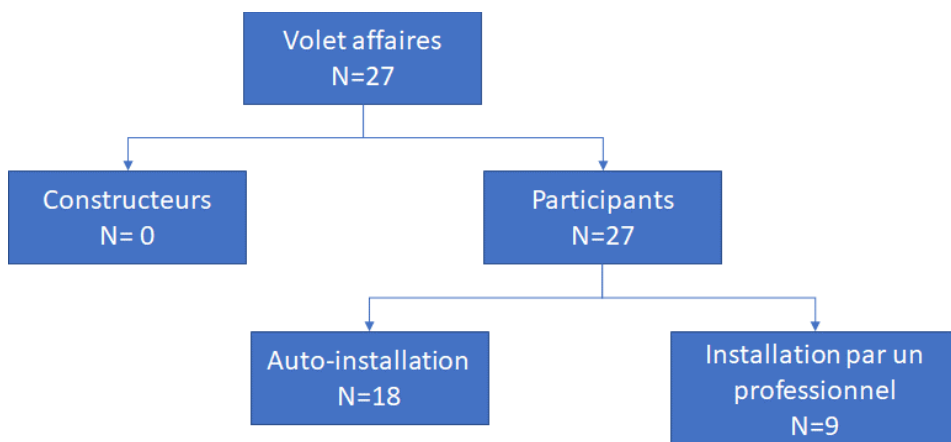
Près de quatre participants sur cinq au volet résidentiel (79 %, soit 1 196 sur 1 514) se sont occupés eux-mêmes de l'installation de leur thermostat. Les autres ont participé au volet par le biais d'un installateur. La part d'auto-installation est plus faible au sein du volet affaires (66 % des thermostats).

Diagramme 5.1 – Répartition des participants pour le volet résidentiel



Au total, 27 thermostats ont fait l'objet d'une remise pour le volet affaires. Ces remises ont été versées à 16 clients différents car un client qui participe au volet affaires peut installer plus d'un thermostat. De ces 16 clients, 3 clients ont passé par un professionnel pour déposer leur demande au volet, alors que les 13 autres clients ont participé en envoyant leur formulaire en ligne.

Diagramme 5.2 – Répartition des participants pour le volet affaires



Les participants du volet résidentiel ont installé leur thermostat essentiellement dans des bâtiments existants (93 %). Dans un cas sur cinq (20 %), l'acquisition du thermostat intelligent a été faite à la même période que le changement du système de chauffage. Tous les thermostats du volet affaires ont été installés dans des bâtiments existants et une proportion de 13 % a été installée au moment du changement d'un système de chauffage.

La plupart des participants sondés ayant participé au volet résidentiel (83 %) indiquent avoir choisi eux-mêmes le nouveau modèle de thermostat ayant été installé. Dans une proportion de 13 % des cas, le choix a été fait par un professionnel. Naturellement, la proportion de participants ayant confié le choix de leur thermostat à un professionnel est particulièrement élevée parmi ceux ayant choisi de faire installer leur thermostat par un professionnel (49 %). On retrouve également une majorité de participants ayant choisi eux-mêmes leur thermostat au sein du volet affaires (63 %).

Dans la majorité des cas (53 %), les participants au volet résidentiel sondés ont acheté leur thermostat d'un commerce de détail. Un peu plus d'un sur trois (36 %) s'est procuré le sien en ligne et un peu moins d'un sur dix (8 %) l'a acheté directement de l'installateur. L'achat sur le Web est un peu plus fréquent au sein du volet affaires (60 %).

Les thermostats du volet résidentiel ont remplacé des thermostats pouvant être programmés dans un peu plus de la moitié des situations (thermostat programmable : 50 % et thermostat intelligent : 3 %). Près d'une fois sur trois (32 %), ils ont remplacé des thermostats électroniques non programmables et, plus rarement, ils ont remplacé des thermostats bimétalliques (10 %). Les nouvelles installations comptaient pour 5 % des cas. En moyenne, les participants estiment l'âge de leur ancien thermostat à un peu moins de 11 ans. Pour leur part, la moitié des thermostats remplacés au sein du volet affaires (50 %) étaient des thermostats programmables et les participants estiment l'âge moyen de leur ancien thermostat à 17 années.

Presque tous les participants au volet résidentiel (96 %) et tous ceux du volet affaires indiquent avoir configuré leur thermostat intelligent depuis leur installation. Ces derniers indiquent avoir trouvé cette configuration facile.

Près de trois participants au volet résidentiel sur quatre (73 %) ont indiqué avoir activé une fonction d'ajustement automatique de leur thermostat, soit la fonction d'auto-programmation de la température basée sur l'apprentissage des habitudes de vie (54 %), l'ajustement de la température basé sur la géolocalisation du téléphone cellulaire (47 %) ou la fonction d'ajustement de la température basé sur la météo extérieure (35 %). La proportion de participants ayant activé une fonction d'ajustement automatique est nettement plus faible parmi les participants au volet affaires (25 %).

Typiquement, lorsqu'un thermostat est installé par un installateur, ce dernier n'en fait pas la programmation. Il met le thermostat en mode manuel et laisse au client le soin de la programmation.

5.3 La notoriété du volet et les facteurs décisionnels

Le site Internet d'Énergir a été la principale source d'information des participations au volet résidentiel quant à l'existence du volet (45 %). Parmi les autres sources de notoriété, soulignons les communications d'Énergir (23 %), le bouche-à-oreille (12 %), d'autres sites Internet que celui d'Énergir (11 %) et les installateurs (9 %). Le site Web d'Énergir (50 %) et les communications d'Énergir (25 %) apparaissent également comme des sources importantes de notoriété auprès des participants au volet affaires.

Les installateurs estiment que les volets sont peu connus auprès de leurs clients.

Les participants du volet résidentiel dont le thermostat a été installé par un professionnel ont rarement reçu de ce dernier de l'information sur le volet avant de décider d'y participer (13 %). Ils accordent d'ailleurs une faible influence à l'installateur dans leur décision de remplacer leur ancien thermostat par un nouveau thermostat intelligent (note moyenne de 3,6 sur 10). Ces résultats sont encore plus faibles auprès des participants au volet affaires (respectivement, 0 % et 2 sur 10).

5.4 La satisfaction envers les volets

Les volets obtiennent des niveaux de satisfaction très élevés. La satisfaction à l'égard du volet résidentiel s'élève à 97 %, dont 79 % de très satisfaits et 18 % d'assez satisfaits. Le niveau de satisfaction du volet affaires est de 100 %, dont 63 % de très satisfaits.

Une proportion très élevée des participants considère qu'il est très facile de participer aux volets (résidentiel : 97 %, dont 66 % de très facile; affaires : 88 %, dont 75 % de très facile).

5.5 La perception des thermostats intelligents installés

Les participants au volet résidentiel perçoivent de nombreux avantages aux thermostats intelligents. Les plus souvent cités sont le contrôle à distance (54 %), un meilleur contrôle de la température (46 %), les économies d'énergie (37 %), ne pas avoir à se préoccuper d'ajuster la température (16 %), la facilité

d'utilisation ou d'installation (10 %) et le confort (8 %). À l'inverse, les inconvénients suivants ont été relevés : la difficulté à les programmer (11 %), leur prix (9 %) et leur vulnérabilité aux pannes électriques ou d'Internet (9 %). Les résultats recueillis auprès des participants au volet affaires sont similaires.

Une forte proportion des participants au volet résidentiel (84 %) et tous les participants au volet affaires (100 %) estiment qu'un thermostat intelligent permet de réaliser des économies sur sa facture de chauffage. Selon les participants au volet résidentiel, ces économies proviendraient principalement des abaissements de température effectués automatiquement par le thermostat (69 %), de la possibilité de contrôler le thermostat à distance (69 %), de la facilité de programmation (52 %) et des communications incitant à l'abaissement de température (21 %).

5.6 Le niveau de satisfaction envers les thermostats intelligents installés

Presque tous les participants au volet résidentiel ont signalé qu'ils étaient satisfaits de la performance globale de leur thermostat (98 % dont 78 % de très satisfaits). D'une façon plus spécifique, une proportion très élevée considère que leur thermostat est facile à configurer (97 %, dont 66 % de très facile). Ces résultats sont comparables à ceux observés pour le volet affaires (Performance globale : 100 %, dont 75 % de très satisfaits; Facilité de configuration : 100 %, dont 63 % de très facile).

5.7 Les barrières à l'adoption des thermostats intelligents et à la participation aux volets

Les installateurs et les constructeurs identifient le prix comme principale barrière à l'adoption de la technologie des thermostats intelligents. Plusieurs indiquent que les clients ont tendance à accorder une plus grande importance au prix d'achat qu'aux économies futures.

Outre le prix plus élevé, la perception d'une complexité associée au produit est un autre frein associé aux thermostats intelligents pour les installateurs. Plusieurs installateurs et constructeurs craignent recevoir des demandes d'aide de la part de clients ayant des difficultés de programmation ou de connexion avec leur thermostat intelligent. Ce risque est perçu plus grand qu'avec les thermostats programmables et plus présent auprès des clientèles plus âgées ou moins à l'aise avec les nouvelles technologies.

5.8 Le taux de pénétration des thermostats intelligents

Dans le cadre de cette évaluation, le taux de pénétration n'a pas été estimé étant donné que l'exercice a été réalisé par les équipes internes d'Énergir en 2019-2020. En prenant les données de ventes de 2019-2020, la durée de vie des appareils et le nombre de participants au volet résidentiel, le taux de pénétration a été estimé à environ 11 %.

Les installateurs rencontrés indiquent installer des thermostats intelligents dans moins de 10 % des cas. Ils soulignent toutefois que ce type de thermostat est plus fréquent chez leurs clients chauffant au gaz naturel. Pour leur part, les constructeurs sondés estiment que les thermostats intelligents sont installés dans au moins 50 % des nouvelles unités chauffées au gaz naturel, indiquant un potentiel important en nouvelle construction résidentielle.

5.9 L'évolution du marché et son impact potentiel sur les volets

Tant les installateurs que les constructeurs prédisent une augmentation de la part de marché des thermostats intelligents. Cette prévision est basée notamment sur l'attrait à l'égard des nouvelles technologies, la possibilité de diminuer ses coûts de chauffage, une plus grande sensibilisation environnementale et une éventuelle baisse de prix de ces équipements.

Les détaillants sont d'avis que la part de marché des thermostats est à la hausse. Selon eux, plusieurs facteurs influencent leur popularité :

- Commodité, contrôle à distance/via téléphone intelligent (température et confort au quotidien ou lorsque loin de la résidence);
- Aspect tendance/cool/techno : notoriété accrue, attrait et évolution de la domotique et de la technologie intelligente;
- Choix durable (aux yeux des consommateurs);
- Coût d'acquisition abordable (promotions et rabais, subventions des fournisseurs d'énergie).

6. L'ÉVALUATION DES IMPACTS ÉNERGÉTIQUES

Afin de déterminer la méthode permettant de calculer les économies brutes d'énergie attribuables au volet, une revue de littérature des approches et algorithmes de calculs adaptés aux thermostats intelligents a été réalisée. L'évaluation de l'impact énergétique a été réalisée en se basant sur la méthodologie choisie.

Les économies d'énergie associées à l'installation d'un thermostat intelligent sont liées à la réduction de la consommation de chauffage grâce à la configuration de points de consigne de température ainsi que des ajustements automatiques pour optimiser la consommation de chauffage tout en répondant aux besoins des occupants. Les thermostats intelligents sont une version avancée des thermostats programmables qui permettent de contourner deux barrières de marché fondamentales : la complexité d'installation et de programmation. De plus, certains thermostats intelligents possèdent des caractéristiques permettant d'atteindre des économies supplémentaires telles que :

Connecté	<ul style="list-style-type: none">• Contrôle à distance : le thermostat peut être ajusté à distance, par exemple dans le cas où l'utilisateur a oublié de faire l'ajustement avant de partir en vacances ou lorsqu'il a un imprévu.
Connecté +	<ul style="list-style-type: none">• Détection d'occupation : le thermostat peut déterminer quand la maison est inoccupée et changer automatiquement les réglages de température.
Avancé	<ul style="list-style-type: none">• Algorithme d'apprentissage des comportements : le thermostat peut créer une programmation adaptée aux besoins de l'utilisateur et même proposer des recommandations additionnelles pour la rendre plus efficace.• Ajustements saisonniers : le thermostat peut amener les gens vers des pratiques plus efficaces par des ajustements saisonniers automatiques.• Gestion des systèmes de chauffage de type chaudière : le thermostat est capable de résoudre certains problèmes de surconsommation provoqués par les thermostats ordinaires. En effet, ceux-ci peuvent entraîner de nombreux démarrages et arrêts de la chaudière qui provoquent une surconsommation d'énergie et un inconfort pour les utilisateurs dus aux variations de température importantes dans le logement.• Rapports mensuels sur les comportements de consommation : le thermostat informe les utilisateurs sur leurs habitudes de consommation afin que ces derniers puissent ajuster leurs comportements pour faire des économies additionnelles.

Ces ajustements peuvent être effectués grâce à différentes caractéristiques des thermostats, telles que la détection d'occupation/d'activité, l'optimisation basée sur les tendances historiques ou les prévisions météorologiques.

Les économies associées aux thermostats intelligents, bien que démontrées dans notre revue de littérature, restent toujours difficilement quantifiables. En effet, de nombreux thermostats intelligents sont arrivés sur le marché dans les dernières années, chacun avec ses propres fonctionnalités et, à ce jour, toujours aucune

étude n'a été en mesure d'établir une méthodologie pour évaluer les économies reliées à chaque thermostat de manière précise. Les économies sont donc toujours évaluées pour le bâtiment dans son ensemble. Les différentes études montrent clairement que l'aspect comportemental reste le facteur clé dans la capacité à prévoir et évaluer les économies d'énergie. C'est ce qui complique la standardisation du calcul des économies, beaucoup de données précises sur chaque utilisateur sont nécessaires pour établir un portrait fiable (ex. : relevé de température intérieure pré-installation), ce qui n'est généralement pas faisable dans le cadre des évaluations de programmes. **Il est important de souligner que ce point fait l'objet de nombreuses études récentes pour essayer de standardiser les méthodes de calcul. Aucune n'a pour l'instant été en mesure d'établir une méthodologie standard.** La dernière étude publiée à ce jour, mandatée par le Northwest Energy Efficiency Alliance (NEEA), visait à établir une méthodologie pour estimer les économies d'énergie en fonction des mesures de performance du thermostat. Les conclusions de l'étude ont révélé que bien que des économies de 5 % de la consommation totale de gaz avaient été atteintes en moyenne, aucune méthodologie n'avait pu être établie⁴.

L'approche privilégiée reste donc celle basée sur la performance des équipements en conditions réelles. Elle a d'ailleurs été adoptée par l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA) pour la certification ENERGY STAR des thermostats intelligents⁵. Pour certifier un thermostat, un fabricant doit collecter les données de température d'au moins mille utilisateurs pendant une durée d'un an afin de prouver l'atteinte d'un certain nombre de critères définis par l'EPA en condition d'opération. Ces critères incluent une économie moyenne de chauffage minimum de 8 % pour l'ensemble de l'échantillon⁶. Afin de maintenir l'homologation de leur produit, les fabricants doivent fournir ces données annuellement par zone climatique et doivent respecter toutes les exigences de l'EPA.

L'EPA, en vue de la version 2.0 de la certification⁷, est notamment en pleine réflexion sur la meilleure manière de faire face aux difficultés rencontrées pour évaluer de manière précise les économies d'énergie. Deux des points principaux actuellement à l'étude sont :

- **L'amélioration des données fournies par les fabricants pour améliorer la précision et la stabilité des mesures** suite à la constatation que différents échantillons de la même population peuvent produire des résultats très différents (il est proposé d'élargir la taille des échantillons et d'exiger un nombre minimum par zone climatique).
- **L'amélioration de la corrélation entre les données provenant des thermostats et les économies réelles mesurées** au niveau du compteur. EPA cherche à créer une corrélation entre les économies simulées à travers les données du thermostat et les économies réelles ainsi qu'à grouper ces économies par type de bâtiment. Une des préoccupations est que les résultats obtenus ne sont pas nécessairement représentatifs des économies réelles.

⁴ Northwest Energy Efficiency Alliance (NEEA), Novembre 2021. Northwest Smart Thermostat Research Study.

⁵ US EPA ENERGY STAR Connected Thermostat Program Requirements Version 1.0 et Method to Demonstrate Field Savings Version 1.0

⁶ US EPA Method to Demonstrate Field Savings Version 1.0. Il est important de souligner que la méthode utilisée par ENERGY STAR est idéale pour vérifier la performance des thermostats, mais n'est pas entièrement adaptée à l'évaluation du programme actuel d'Énergir. La consommation de référence est basée sur une température fixe définie comme le 90e percentile des températures de consigne de l'utilisateur.

⁷ La nouvelle version est prévue pour l'automne 2022.

6.1 Algorithme retenu pour les thermostats intelligents du volet résidentiel

En l'absence de méthodologie standardisée et suite à nos recherches, **la méthodologie retenue pour le calcul des économies d'énergie est similaire à celle utilisée lors de la dernière évaluation.**

Sachant que le principe fondamental des économies associées aux thermostats provient toujours de l'abaissement de température effectué par les participants par rapport à un scénario de référence, la méthodologie visant à déterminer l'abaissement de température a été retenue.

Bien que cette méthodologie permette de capter les comportements des participants au programme, elle présente deux lacunes importantes : (1) les résultats obtenus sont influencés par le contexte de pandémie vécu pendant la dernière partie de la période visée, soit un abaissement nul en journée de semaine, (2) elle ne permet pas de prendre en compte une partie des économies supplémentaires attribuables aux thermostats intelligents de dernière génération qui peuvent effectuer des abaissements de température sans que le participant ne le sache (détection d'occupation, apprentissage). Notons d'autant plus que tous les modèles des volets d'Énergir sont certifiés ENERGY STAR et possèdent dans 74 % des cas au moins une fonctionnalité avancée activée. Pour cette raison, **le pourcentage d'économies totales utilisé par la présente évaluation est un calcul d'une moyenne pondérée entre la valeur obtenue par sondage auprès des participants et la valeur de performance moyenne minimale requise par ENERGY STAR** ajustée pour tenir compte des conditions climatiques du Québec.

De plus, un balisage regroupant les résultats de onze études de terrain analysées a été effectué. Soulignons que les économies d'énergie obtenues varient significativement d'une étude à l'autre et reposent principalement sur une analyse de facturation pré et post installation et une modélisation complémentaire. La moyenne des économies de chauffage mesurées par les onze études du balisage donne 6,3 % de réduction par rapport à la consommation de chauffage (et 3,4 % pour le programme d'optimisation seulement). Les résultats de chaque étude étaient dépendants de plusieurs facteurs tels que l'utilisation du thermostat, le système de chauffage ou encore les conditions initiales. Les études présentant les meilleurs résultats s'accompagnaient souvent d'une formation pour l'utilisateur. Pour ces raisons, l'évaluateur a préféré ne pas retenir les résultats du balisage aux fins du calcul des économies de la présente évaluation. Les résultats du balisage ont plutôt été comparés au résultat du calcul des économies afin de vérifier ce dernier.

Les références ont été sélectionnées en raison de leur fiabilité incluant entre autres :

- Études publiées par NRCan, EPA et ENERGY STAR;
- Projets pilotes menés par des distributeurs d'énergie et consultants associés;
- Études publiées par des organisations à but non lucratif telles que l'American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), le Consortium For Energy Efficiency (CEE) ou Northeast Energy Efficiency Partnerships (NEEP);
- Études publiées par des manufacturiers tels que Nest, Honeywell ou Ecobee.

Seules les études évaluant les économies de chauffage séparément ont été retenues. Ce tableau se retrouve en annexe au rapport. Il résume les études qui ont servi à cette analyse.

6.1.1 Présentation des équations de l'algorithme de calcul

Cette section présente l'algorithme de calcul sélectionné afin d'évaluer les impacts énergétiques des thermostats intelligents.

Détermination du pourcentage d'économies totales par thermostat installé (Équation 1)

Méthode d'abaissement de température (méthode 1)

$$\% \text{ Économies totales} = 2 \% \times \left[\begin{array}{c} \text{Abaissement de température nuit (8h)} + \\ \text{Abaissement de température jour (8h)} + \text{Abaissement de température soir (8h)} \end{array} \right]$$

Le pourcentage d'économie d'énergie est conforme à la valeur utilisée par l'EPA⁸ qui précise que pour une période équivalente de 8 heures, où la température de consigne est diminuée de 7-10 °F (soit 3,5-5 °C), l'économie de chauffage peut atteindre 10 % par an. Par extrapolation, la fourchette basse équivaut à 2 % d'économies pour une diminution de 1 °C de la température de consigne pendant 8 heures. Il s'agit de la même approche et du même pourcentage d'économie d'énergie que ceux utilisés dans la dernière évaluation effectuée en 2019.

Le sondage effectué auprès des participants dans le cadre de ce mandat d'évaluation a permis d'obtenir l'abaissement moyen de la température de consigne. Il a aussi permis de déterminer le taux d'effritement lié aux participants n'ayant pas configuré leurs thermostats.

Le principal avantage de cet algorithme provient de sa capacité à prendre en compte l'aspect comportemental des participants, grâce aux paramètres suivants :

- **Taux d'effritement** : tout participant ne configurant pas son nouveau thermostat sera automatiquement exclu du calcul grâce à la méthodologie de calcul du taux d'effritement.
- **Abaissement de température** : l'abaissement moyen effectué par les propriétaires qui programment leur thermostat obtenu grâce au sondage (moyenne pondérée) permet de ne pas surévaluer les économies dues aux participants qui faisaient déjà de l'abaissement de température.

Cette méthodologie suit une approche qui a déjà été utilisée avec succès. Cependant, comme avec tout sondage, il est important de souligner que cette méthode repose sur les réponses des participants qui peuvent parfois être biaisées. En particulier, les réponses observées cette année sont représentatives des abaissements effectués pendant la pandémie.

Méthode basée sur ENERGY STAR (méthode 2)

Comme décrit dans la section précédente, pour améliorer la précision des économies et notamment prendre en compte les économies supplémentaires associées aux thermostats intelligents, une seconde méthode a été utilisée, basée sur ENERGY STAR. Le seuil d'économies minimales de chauffage de 8 % exigé par la certification ENERGY STAR aux États-Unis permet d'assurer l'atteinte d'une performance minimale pour tous les thermostats certifiés. La moyenne de 8 % est établie en pondérant les performances obtenues en fonction des conditions climatiques américaines. Dans cette section, nous reprenons ce critère

⁸ EPA, Thermostats. Consulté le 1 mars 2022. <https://www.energy.gov/energysaver/thermostats>

d'économies minimales, mais en y apportant quelques ajustements afin de tenir compte du climat spécifique du Québec. Les conditions climatiques québécoises nécessitant plus de chauffage que la moyenne américaine, si on applique le même pourcentage de 8 % aux volumes de chauffage de participants au Québec, on surestime les économies en pourcentage (les gains de l'abaissement de température au Québec sont comparés à une consommation totale plus grande). Afin de corriger cette surestimation, le pourcentage a été ajusté aux conditions climatiques québécoises. Cet ajustement a été fait à l'aide d'une régression permettant d'ajuster le % d'ENERGY STAR aux degrés-jours de chauffage (DJC) et à la durée de la saison de chauffe en considérant la pondération utilisée par l'EPA⁹.

Tableau 6.1 – Économies totales des thermostats intelligents (méthode 2)

% d'économies totales (Basé sur ENERGY STAR¹⁰)	$8\% \times (1 - \text{Ratio d'ajustement DJC (44\%)}) \times (1 + \text{Ratio d'ajustement saison de chauffe (30\%)}) = 5,8\%$
----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Calcul du pourcentage d'économies totales par thermostat installé (méthodes 1 et 2)

Le pourcentage d'économies totales utilisé dans le cadre de la présente évaluation est une moyenne pondérée entre le pourcentage obtenu en appliquant la méthodologie d'abaissement de température et le pourcentage défini par la certification ENERGY STAR, ajusté en fonction des données climatiques.

Comme mentionné précédemment, la méthode d'abaissement présente deux limites principales. Premièrement, elle ne permet pas de prendre en compte les économies liées aux paramètres avancés des thermostats intelligents installés. En effet, à titre de rappel, 54 % des participants sondés ont indiqué utiliser la fonction d'auto-programmation de la température basée sur l'apprentissage des habitudes de vie, 47 % l'ajustement de la température basée sur la géolocalisation du téléphone cellulaire et 35 % la fonction d'ajustement de la température basée sur la météo extérieure. Deuxièmement, les habitudes de consommation des participants ont été impactées pendant la dernière période visée par l'évaluation (ex. : occupation atypique de la résidence durant la journée due au télétravail). Les sondages effectués reflètent donc potentiellement ces comportements plus atypiques et sous-estiment l'abaissement de température habituel en journée.

Afin de reconnaître les limites de la méthode d'abaissement de température, une pondération a donc été considérée permettant de mettre plus de poids sur les données de performance des thermostats collectées par ENERGY STAR. Étant donné la réciprocité entre les résultats du balisage qui ont démontré des économies moyennes de 6,3 % sur la consommation de chauffage (tableau en annexe) et les résultats obtenus en ajustant le pourcentage d'ENERGY STAR, soit 5,8 % (Tableau 6.1), la pondération ci-dessous a été jugée pertinente dans le cadre de cette évaluation.

⁹ Afin d'obtenir la certification ENERGY STAR, les fabricants doivent démontrer l'atteinte d'une réduction moyenne minimum de 8 % sur l'ensemble du territoire américain. Cette moyenne est calculée avec une pondération basée sur la proportion d'énergie de chauffage par zone climatique.

¹⁰ Degrés-jours moyens Américains estimés à 5 115 (moyenne des années 2010-2020) avec une température inférieure à 15,5 °C 56 % de l'année. Basés sur les températures et degrés-jours par état de « NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2021. Climate at a glance. » et sur les données climat des états (US DOE. 2015. Guide to Determining Climate Regions by County). Degrés-jours moyens du Québec estimés à 7 389 (moyenne des années 2010-2020) avec une température inférieure à 15,5 °C 72 % de l'année. Basés sur une moyenne à Montréal où la majorité de la clientèle d'Énergir est située. Le ratio d'ajustement DJC utilisé est donc égal à 44 % [(7 389 - 5 403) / 7 389]. Le ratio d'ajustement de durée de chauffe est égal à 30 % [(72 % - 56 %) / 72 %].

$$\% \text{ Économies totales} = \frac{1}{4} \times \% \text{ Économies méthode 1} \text{ et } \frac{3}{4} \times \% \text{ Économies méthode 2}$$

L'évaluateur estime cette approche conservatrice puisque 67 % des participants sondés ont indiqué avoir activé des fonctionnalités contribuant à augmenter davantage les économies (habileté d'ajuster la température en se basant sur des algorithmes d'apprentissage à l'insu du propriétaire et les fonctionnalités de détection de présence), mais les économies liées à ces fonctionnalités n'ont pas été directement quantifiées.

Définition de la consommation de référence (Équation 2)

$$\text{Consommation de référence (m}^3\text{)} = \text{Consommation POST} \div (1 - \% \text{ d'économies})$$

Dans le cadre de la présente évaluation, une analyse de facturation comparant la pré-installation et la post-installation n'a pas été retenue en raison de la difficulté d'obtenir une situation de référence réaliste avec les données de facturation (p. ex., nouvelle construction, changement de système de chauffage, etc.). La consommation de référence est donc établie en considérant seulement la consommation de chauffage post-installation. Celle-ci est obtenue à partir de l'analyse des données de facturation disponibles. Les volumes de chauffage normalisés des participants ont été calculés pour chaque participant grâce aux consommations totales de gaz normalisées, fournies par Énergir. Ceux-ci ont ensuite été agrégés pour obtenir une consommation totale de gaz pour le chauffage qui est représentative de la clientèle ayant bénéficié d'une subvention pour l'achat d'un thermostat intelligent¹¹.

Calcul des économies unitaires brutes (Équation 3)

$$\text{Économies unitaires brutes (m}^3\text{)} = \text{Consommation de référence} \times \% \text{ d'économies.}$$

Les économies unitaires brutes sont alors obtenues en multipliant la consommation de référence issue de l'équation 2 avec le pourcentage d'économies totales.

6.1.2 Résultats des économies d'énergie brutes du volet résidentiel

Calcul du pourcentage d'économies totales par thermostat installé

Résultat de la méthode d'abaissement de température (méthode 1)

Le sondage auprès des participants révèle que l'abaissement moyen effectué par ceux qui ont programmé leur nouveau thermostat intelligent est de 0,3 °C (voir Tableau 6.2 ci-dessous). Cet abaissement de température est ensuite utilisé pour déterminer le pourcentage d'économies en utilisant l'équation 1 définie à la section 6.1.1.

¹¹ La moyenne des quatre dernières années de facturation (2018-2021) a été analysée. Certaines valeurs ont été exclues, soit, des valeurs anormalement basses de moins de 500 m³ par an.

Tableau 6.2 — Températures de consigne et abaissement moyen des thermostats intelligents ^{12 13}

		Semaine			Fin de semaine			Moyenne pondérée
		Jour	Soir	Nuit	Jour	Soir	Nuit	
T° après programmation (°C)		20,5	20,8	18,9	20,9	20,7	18,9	20,1
T° avant sans programmation (°C)		20,5	20,9	19,5	21,1	20,9	19,5	20,4
Écart (°C)		0,0	0,1	0,6	0,2	0,1	0,6	0,3
Économie moyenne (%/°C)	2 %							
% d'économie par période de 8 heures <i>(Écart x Économies moyennes)</i>		0,0 %	0,2 %	1,2 %	0,5 %	0,2 %	1,2 %	0,5 %
% d'économies totales <i>(3 périodes de 8 heures x Moyenne des économies par période de 8 heures)</i>								1,5 %

L'abaissement observé dans le cadre du sondage est très faible. Comme indiqué précédemment, aucune économie n'est observée en journée pendant les heures de travail habituelles.

Selon le sondage auprès des participants, 96 % des thermostats intelligents ont été configurés depuis leur installation. En effet, ces thermostats ne requièrent pas tous une programmation complexe. Certains modèles tels que Nest ou Ecobee nécessitent uniquement la configuration d'une température de confort et d'une température en mode d'absence lors de l'installation. Une programmation avancée peut être effectuée, mais n'est pas nécessairement requise pour obtenir certaines économies.

Basé sur les réponses au sondage et la méthodologie d'Énergir, on peut calculer le taux d'effritement lié à la programmation à 3,7 %. Dans le contexte où une programmation spécifique en période hivernale n'est pas requise pour une grande portion des thermostats intelligents installés dans le cadre du programme, nous n'avons pas tenu compte du taux d'effritement de période. Ainsi, le taux d'effritement total est égal à 3,7 %¹⁴. En appliquant ce taux d'effritement aux économies totales, le pourcentage d'économies totales revient donc à 1,5 % (voir le tableau 6.3).

Tableau 6.3 — Économies totales après effritement des thermostats intelligents (méthode 1)

% d'économies totales	1,55 %
Taux d'effritement	3,7 %
% d'économies après effritement <i>(% économies totales x (100 %- % taux d'effritement))</i>	1,49 %

¹² Les participants ayant répondu, lors du sondage, qu'ils ne savaient pas s'ils programmaient leurs thermostats ou qu'ils ne savaient pas à quelle température était programmé leur thermostat à différents moments de la semaine ou de la journée ont été exclus des données utilisées du calcul d'abaissement moyen afin d'assurer d'avoir un point de comparaison constant entre les températures avant et après l'installation du thermostat.

¹³ Les nombres ayant été arrondis dans le tableau, les résultats des calculs directs peuvent être légèrement différents des résultats affichés à cause des décimales non visibles.

¹⁴ Le taux d'effritement de programmation (100 % - 96,3 % = 3,7 %) inclut uniquement les participants qui ont répondu ne pas avoir configuré leur thermostat. Pour les thermostats intelligents, notre hypothèse est que les participants ayant répondu ne pas savoir si leur thermostat est configuré ne se sont pas rendu compte que la configuration avait été effectuée par l'installateur au moment de l'installation, car aucun de ces participants n'avait installé lui-même l'équipement.

Pourcentage d'économies totales par thermostat installé (méthodes 1 et 2)

Le pourcentage d'économies totales utilisé dans le cadre de la présente évaluation est une moyenne pondérée entre le pourcentage obtenu en appliquant la méthodologie d'abaissement de température et le pourcentage défini par la certification ENERGY STAR, ajusté en fonction des données climatiques. On peut constater à la lecture du tableau 6.4 que le pourcentage d'économies de 4,7 % obtenu à travers la méthodologie sélectionnée s'avère inférieur aux balisages issus de notre revue de littérature.

Tableau 6.4 — Pourcentage d'économies totales

	% Économies d'énergie
% d'économies totales (avec abaissement de température)	1,5 %
% d'économies totales (basé sur ENERGY STAR)	5,8 %
Moyenne	4,7 %

Consommation de référence

Les résultats de l'analyse des données de facturation révèlent une consommation post-installation moyenne de 1 512 m³.

$$\begin{aligned} \text{Consommation de référence (m}^3\text{)} &= \text{Consommation POST} \div (1 - \% \text{ d'économies}) \\ &= 1\,512 \text{ m}^3 \div (1 - 4,7\%) = 1\,587 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

En appliquant l'équation 2, la consommation de référence unitaire s'élève à 1 587 m³ de gaz naturel par participant.

Économies unitaires brutes

$$\begin{aligned} \text{Économies unitaires brutes (m}^3\text{)} &= \text{Consommation de référence} \times \% \text{ d'économies} \\ &= 1\,587 \text{ m}^3 \times 4,7\% = 75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Les économies brutes unitaires liées aux thermostats intelligents sont donc de **75 m³ par thermostat**, soit, tel qu'illustré au tableau 6.5, légèrement moins que celles ayant été utilisées dans le suivi interne.

Tableau 6.5 — Comparaison des économies unitaires – volet résidentiel

	Économies par thermostat (m ³)
Économies unitaires (évaluation)	75
Économies unitaires (suivi interne)	78

Économies unitaires électriques

Deux sources additionnelles d'économies d'énergie ont été identifiées pour les thermostats intelligents : les économies électriques associées à la présence d'un climatiseur central et celles associées à la diminution de l'utilisation des ventilateurs des fournaies.

- **Économies électriques associées à la présence d'un climatiseur central** dans les cas où le thermostat contrôle à la fois l'équipement de chauffage et de climatisation

Les données de sondage ont révélé que 93 % des participants sondés possédaient de la climatisation avec 90 % d'entre eux indiquant utiliser le thermostat intelligent pour contrôler à la fois le chauffage et la climatisation. Suite à ces constatations, un calcul a été effectué pour quantifier ces économies. La consommation électrique de base des climatiseurs centraux des participants a été estimée à 658 kWh/an¹⁵. Un balisage de 15 études effectué par Navigant Consulting pour les distributeurs DTE Energy et Consumers Energy au Michigan a révélé que des économies électriques de 5,67 % sur la consommation de climatisation pouvaient être atteintes grâce à un thermostat intelligent¹⁶. De plus, le seuil d'économies minimales de climatisation exigé par la certification ENERGY STAR aux États-Unis est de 10 %¹⁷.

En considérant la valeur issue du balisage, des économies électriques moyennes de 37,3 kWh sont estimées par participant. En retirant la proportion de participants n'ayant pas de climatiseur central relié au thermostat installé dans le cadre du programme et en utilisant un taux d'effritement identique aux calculs d'économies de chauffage, des **économies électriques unitaires de 30 kWh/an sont retenues**.

- **Économies électriques associées à la diminution de l'utilisation des ventilateurs des fournaies**

Plusieurs études ont révélé que des économies électriques attribuables à la réduction du temps d'utilisation des ventilateurs d'air des fournaies étaient également réalisées. Plus spécifiquement, une analyse effectuée sur 300 fournaies électriques a démontré que des économies de 3,14 % sur la consommation de chauffage étaient atteignables et cette valeur a été définie dans le manuel de référence technique de l'Illinois¹⁸. De plus, une étude effectuée par Guidehouse pour les administrateurs de programme du Massachusetts a démontré des économies de 3,6 % sur la consommation de chauffage au gaz naturel¹⁹.

¹⁵ Moyenne de la consommation électrique des deux puissances de système typiquement installées pour les participants (taille moyenne des participants basée sur leur consommation de chauffage moyenne). Les consommations électriques moyennes ont été obtenues en considérant les degrés de refroidissement annuels moyens à Montréal, soit 91,8 jours/an avec une moyenne de 4,5 heures/jour. Ces consommations ont été corroborées avec les estimations fournies par Hydro-Québec sur leur site Internet.

¹⁶ Navigant, Juin 2019. Michigan Tier 3 Thermostat Exploratory Research – Savings potential Findings.

¹⁷ ENERGY STAR, 2017. ENERGY STAR Program Requirements for Connected Thermostat Products.

<https://www.energystar.gov/sites/default/files/asset/document/ENERGY%20STAR%20Program%20Requirements%20for%20Connected%20Thermostats%20Version%201.0.pdf>

¹⁸ IL Technical Advisory Committee, 2021. 2021 Illinois Statewide Technical Reference Manual for Energy Efficiency Version 9.0. https://ilsag.s3.amazonaws.com/IL-TRM_Effective_010121_v9.0_Vol_3_Res_09252020_Final.pdf

¹⁹ Guidehouse, Octobre 2020. 2019/20 Massachusetts Winter Thermostat Optimization Evaluation. <https://ma-eeac.org/wp-content/uploads/2019-20-MA-Winter-TO-Evaluation-Report-FINAL-2020-10-23.pdf>

En considérant les économies brutes unitaires de chauffage liées aux thermostats intelligents de 75 m³ par thermostat, le nombre de participants possédant des systèmes centraux à air pulsé (74 %) et en appliquant la valeur la plus conservatrice de 3,14 %, des économies de 18,2 kWh ont été estimées. Ces économies sont également applicables à la consommation de climatisation, soit 1 kWh supplémentaire²⁰ pour un **total de 19,2 kWh/an**.

Au total, ces économies électriques supplémentaires s'élèvent à 49,3 kWh/an par participant.

6.1.3 Calcul des économies nettes du volet résidentiel

Pour calculer l'impact énergétique net, l'effet d'opportunisme et le bénévolat sont appliqués aux économies brutes selon la formule suivante :

$$\text{Économies nettes} = \text{économies brutes} \times (1 - \% \text{ opportunisme}) + \text{bénévolat}$$

Il a été postulé qu'il n'y avait pas d'effet d'entraînement dans le marché résidentiel car on y retrouve rarement plus d'un système de chauffage au gaz naturel.

Le taux d'opportunisme

Le taux d'opportunisme a été estimé à 34,8 %. On observe que le taux est un peu plus élevé auprès des constructeurs (46,6 %) qu'auprès des participants (31,1 %). Comme présenté à la section 5.2, la proportion de constructeurs compte pour moins d'un quart des participants au programme (23,8 %). Le taux élevé d'opportunisme chez les constructeurs peut s'expliquer par le désir des constructeurs participant au programme de donner à leurs projets une image écologique et haut de gamme ainsi que le coût peu élevé d'un thermostat dans l'ensemble d'un projet de construction.

Au sein des participants, on constate que le taux d'opportunisme est significativement plus élevé auprès des auto-installateurs qu'auprès de ceux ayant confié l'installation à un professionnel (32,5 % c. 27,7 %).

Conformément aux prévisions indiquées dans l'évaluation précédente²¹, le taux d'opportunisme est un peu plus faible que celui mesuré pour les thermostats intelligents lors de la dernière évaluation (38,4 %). Lors de cette dernière évaluation, il avait été postulé que ce niveau élevé était en partie dû à une forte participation de précurseurs (« early adopters »).

Tableau 6.6 — Comparaison du taux d'opportunisme – volet résidentiel

	Opportunisme (%)
Taux d'opportunisme (évaluation)	35
Taux d'opportunisme (suivi interne)	38

²⁰ 3,14 % appliqué au 30 kWh d'économies liées à la climatisation.

²¹ Dunsy Expertise en énergie, Évaluation du volet thermostats électroniques programmables et intelligents (PE103) – Programme appareils efficaces résidentiel, novembre 2019.

L'effet de bénévolat

Le calcul de l'effet de bénévolat n'a pas été mesuré dans le cadre de cette évaluation. Il a été mesuré dans le cadre d'un processus distinct des évaluations de programmes cette année. L'effet de bénévolat pour les thermostats intelligents du volet résidentiel est de 64 m³.

6.2 Algorithme retenu pour les thermostats intelligents du volet affaires

Les économies d'énergie associées à l'installation d'un thermostat intelligent pour la clientèle affaires sont, tout comme la clientèle résidentielle, liées à la réduction de la consommation de chauffage selon les changements comportementaux des participants. La technologie est identique, mais les différences majeures proviennent du type de système auquel ils sont connectés et des horaires d'occupation. En particulier, les participants au programme ont installé des thermostats permettant de contrôler leurs unités de toit, leurs aérothermes, leurs fournaies ou leurs chaudières. Dans le contexte commercial, les thermostats offrent également des possibilités d'économies grâce à la possibilité de verrouiller les températures désirées afin d'empêcher les occupants du bâtiment à annuler ou modifier les horaires programmés.

Une revue de littérature spécifique à la clientèle affaires a été effectuée. Elle a révélé qu'à ce jour les économies attribuables aux thermostats de la clientèle commerciale sont généralement dérivées de celles obtenues par la clientèle résidentielle. En effet, l'application des thermostats intelligents à la clientèle affaires est encore récente et bien que quelques études individuelles aient observé des économies²², aucune étude de grande envergure ciblant les impacts sur le chauffage au gaz n'a été menée à ce jour. En effet, ces études se sont pour l'instant limitées aux thermostats installés dans des applications résidentielles. L'Illinois, faisant partie des juridictions les plus avancées sur le sujet, a révélé qu'aucune de ses études n'avait permis de démontrer une différence de réduction sur la consommation de chauffage entre la clientèle résidentielle et affaires²³. La différence majeure entre les deux segments de marché provient donc de la consommation de référence utilisée. Plusieurs juridictions, de même que l'EPA, commencent également à s'intéresser aux segments commerciaux²⁴. Pour la prochaine version de la certification ENERGY STAR (version 2.0), l'EPA envisage de créer une distinction entre les différents segments de marché utilisant ces équipements pour pouvoir observer si des différences significatives apparaissent selon les utilisateurs.

En l'absence de méthodologie standardisée ailleurs pour le segment commercial et suite à nos recherches, la méthodologie retenue pour le calcul des économies d'énergie est donc similaire à celle du volet résidentiel. Cependant, le faible taux de répondants au sondage (8 participants) ne permet pas d'obtenir des réponses statistiquement valides pour déterminer l'abaissement de température effectué. Par

²² DNV GL, 2017. Consumers Energy Pilots – Business Smart Thermostats. ACEEE, 2014. Advanced Thermostats for Small- to Medium-Sized Commercial Buildings. Guidehouse, mai 2020. Small Commercial Thermostats TRM Research (Illinois). Guidehouse, avril 2021. Small Commercial Thermostats TRM Research (Nicor Gas).

²³ Illinois, Septembre 2021. 2022 Illinois Statewide Technical Reference Manual for Energy Efficiency Version 10.0TRM v.10. Extrait : « *Note that a Guidehouse billing study in CY2020 did not find a statistically significant basis for adjusting this assumption for commercial applications, see "Small Commercial Thermostats TRM Research" memo. April 21, 2021.* »

²⁴ Guidehouse, avril 2021. Small Commercial Thermostats TRM Research (Nicor Gas). Guidehouse, mai 2020. Small Commercial Thermostats TRM Research (Illinois). Notons aussi qu'une étude commanditée par les administrateurs de programme du Connecticut est également en cours pour ajouter les thermostats avancés commerciaux à leur portefeuille de produits.

conséquent et au vu des constatations qui indiquent que le pourcentage d'économies sur la consommation de chauffage entre la clientèle résidentielle et affaires n'est pas nécessairement différent, le pourcentage d'économies d'énergie résidentiel est retenu par l'évaluateur dans le cadre de l'évaluation du volet PE204 selon la méthodologie présentée à la section 6.1.1.1 de ce rapport. Bien que cette approche ne soit pas idéale, elle est considérée comme raisonnable dans l'attente d'obtenir des études et données plus fiables. Pour la prochaine évaluation de ce volet, l'évaluateur recommande une mise à jour de la méthode selon les publications de nouvelles études pertinentes. De plus, nous recommandons la collecte d'informations additionnelles pour la clientèle affaires. Les formulaires de demande de subvention pourraient demander plus de précision sur le type de système contrôlé par les thermostats incluant le type de système, la zone desservie par le système, sa capacité et son efficacité.

Cette section présente l'algorithme de calcul sélectionné afin d'évaluer les impacts énergétiques des thermostats intelligents.

6.2.1 Présentation des équations de l'algorithme de calcul

Les équations de l'algorithme de calcul pour le volet affaires sont identiques aux équations du volet résidentiel de la section 6.1.1.

6.2.2 Résultats des économies brutes du volet affaires

Calcul du pourcentage d'économies totales par thermostat installé

Le pourcentage d'économies de 4,7 % d'énergie déterminé pour la clientèle résidentielle est retenu pour l'évaluation du volet PE204.

Consommation de référence

Les résultats de l'analyse des données de facturation révèlent une consommation post-installation moyenne de 9 244 m³. La consommation de chauffage contrôlée a été estimée par type d'équipement (chaudière, aérotherme, unité de toit et fournaise) puis pondérée en fonction des systèmes contrôlés par les thermostats installés. La consommation obtenue est de 5 567 m³. Le pourcentage de chauffage moyen contrôlé par chaque thermostat installé est donc de 60 % (9 244 m³/5 567 m³). Cette valeur a également été corroborée avec les résultats du sondage; en effet, dans l'ensemble les participants ont indiqué que les thermostats avaient été connectés à leur système de chauffage principal.

$$\begin{aligned} & \text{Consommation de référence (m}^3\text{)} \\ & = \text{Consommation POST} \times \% \text{ de chauffage contrôlé/thermostat} \div (1 - \% \text{ d'économies}) \\ & = 9\,244 \text{ m}^3 \times 60 \% \div (1 - 4,7 \%) = 5\,842 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

En appliquant l'équation 2, la consommation de référence unitaire s'élève à 5 842 m³ de gaz naturel par thermostat.

Calcul des économies unitaires brutes

$$\begin{aligned}\text{Économies unitaires brutes (m}^3\text{)} &= \text{Consommation de référence} \times \% \text{ d'économies après effritement} \\ &= 5\,842 \text{ m}^3 \times 4,7 \% = 275 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Les économies brutes unitaires liées aux thermostats intelligents sont donc de **275 m³ par thermostat**, soit davantage que ce qui a été utilisé lors du suivi interne.

Tableau 6.7 — Comparaison des économies unitaires – volet affaires

	Économies par thermostat (m ³)
Économies unitaires (évaluation)	275
Économies unitaires (suivi interne)	185

Économies unitaires électriques

Comme discuté dans le volet résidentiel, deux sources additionnelles d'économies d'énergie ont été identifiées pour les thermostats intelligents : les économies électriques associées à la présence d'un climatiseur connecté au thermostat installé et celles associées à la diminution de l'utilisation des ventilateurs des fournaies ou pompes électriques. Étant donné la diversité des systèmes et l'absence d'information précise sur les thermostats qui seraient également connectés à un système de climatisation, ces économies n'ont pas été quantifiées dans le cadre de l'évaluation de ce volet.

6.2.3 Économies nettes du volet affaires

Pour calculer l'impact énergétique net, l'effet d'opportunisme, le taux d'entraînement et le bénévolat sont appliqués aux économies brutes selon la formule suivante :

$$\text{Économies nettes} = \text{économies brutes} \times (1 - \% \text{ opportunisme} + \% \text{ entraînement}) + \text{bénévolat}$$

Le taux d'opportunisme

Le taux d'opportunisme a été estimé à 38,1 %, soit un taux un peu plus élevé que celui enregistré pour le volet résidentiel. Ce taux étant basé sur un faible nombre de participants, il est difficile d'identifier une explication pour justifier l'écart avec le taux utilisé pour le suivi interne.

Tableau 6.8 — Comparaison du taux d'opportunisme – volet affaires

	Opportunisme (%)
Taux d'opportunisme (évaluation)	38
Taux d'opportunisme (suivi interne)	5

L'effet d'entraînement

Aucun des participants n'a indiqué avoir installé d'autres thermostats intelligents suite à leur participation au volet sans s'être prévalu de l'aide financière d'Énergir. Ainsi, nous avons établi l'effet d'entraînement à 0 %.

L'effet de bénévolat

Selon l'étude de bénévolat réalisée cette année, l'effet de bénévolat pour le volet affaire, est de 2 775 m³.

7. L'EXAMEN DES MODALITÉS DE L'AIDE FINANCIÈRE

7.1 L'estimation du surcoût et le pourcentage du surcoût couvert par l'aide financière

La plupart des installateurs interviewés ont affirmé installer des thermostats électroniques programmables lorsqu'ils n'installent pas de thermostats intelligents. Une analyse des thermostats offerts sur les principaux sites Web des détaillants de produits de quincaillerie et de matériaux de construction effectuée en février 2022 nous démontre que c'est pour la catégorie thermostat programmable que l'on retrouve le plus grand nombre de modèles et que le prix moyen de ce type de thermostat est d'environ 70 \$. À la lumière de ces constats, nous concluons que la base de référence pour le calcul du surcoût est le thermostat programmable et que le montant de 70 \$ doit être utilisé dans ce calcul.

Comme indiqué à la section 5.2, le sondage auprès des participants du volet résidentiel relève que le prix moyen des thermostats subventionnés par Énergir est de 248 \$, ce qui représente un surcoût de **178 \$** (248 \$ - 70 \$). La remise prévue par le volet étant de 100 \$²⁵, on peut calculer le pourcentage du surcoût couvert par l'aide financière à 56 % (100 \$ / 178 \$). À titre de comparaison, la couverture du surcoût d'un thermostat intelligent calculé lors de la dernière évaluation était de 68 %²⁶. Le prix moyen des thermostats installés dans le cadre du volet affaires étant un peu plus faible (210 \$), le pourcentage du surcoût couvert par la subvention se trouve à être un peu plus élevé, soit 71 % (100 \$ / (210 \$ - 70 \$))²⁷.

Estimant que les frais d'installation d'un thermostat intelligent sont comparables à ceux d'un thermostat programmable, nous n'avons pas inclus les frais d'installation dans le calcul du pourcentage du surcoût couvert par l'aide financière.

Tableau 7.1 — Surcoût de l'appareil

Paramètre – surcoût de l'appareil	Surcoût	Couverture du surcoût par l'aide financière
Surcoût de l'appareil au volet résidentiel (évaluation)	178 \$	56 %
Surcoûts de l'appareil (suivi interne)	147 \$	68 %
Surcoût de l'appareil au volet affaires (évaluation)	140 \$	71 %
Surcoûts de l'appareil (suivi interne)	185 \$	54 %

7.2 La comparaison avec des programmes similaires offerts par d'autres organismes

Nous avons identifié, en février 2022, des programmes canadiens d'efficacité énergétique offrant des rabais à l'achat de thermostats intelligents. La plupart de ces programmes offrent une remise comparable à celle

²⁵ Selon la base de données du volet résidentiel, 1 941 thermostats sur 1 991 ont reçu la subvention maximale. La moyenne des subventions versées est de 99,76 \$ par thermostat.

²⁶ Dunsy Expertise en énergie, Évaluation du volet thermostats électroniques programmables et intelligents (PE103) – Programme appareils efficaces résidentiel, novembre 2019.

²⁷ Selon la base de données du volet affaires, le prix moyen des thermostats est de 99,46 \$ et 26 des 27 thermostats ont eu droit à la subvention maximale.

des volets évalués; quelques programmes donnent un montant inférieur. Aucun ne propose un montant plus élevé.

Dans l'ensemble, les critères d'admissibilité sont similaires. Le participant doit acheter un modèle ENERGY STAR parmi ceux sélectionnés. Il doit habiter un territoire spécifié ou être client d'un fournisseur donné. Il y a une limite de participation par ménage.

Tableau 7.2 – Programmes similaires offerts par d'autres organismes

Distributeur/Agence/ Programme	Province	Aides financières
Efficiency Nova Scotia	Nouvelle-Écosse	100,00 \$ (Selon le site de Home Depot, non mentionné sur le site d'Efficiency Nova Scotia)
Efficiency PEI	Île-du-Prince-Édouard	100,00 \$ (Prix minimum de 150,00 \$)
Efficiency Manitoba	Manitoba	100,00 \$ (50,00 \$ hors promotion)
Fortis BC	Colombie Britannique	100,00 \$ (maximum 50 % du total)
Enbridge	Ontario	75,00 \$
Subvention canadienne pour des maisons plus vertes	Toutes	50,00 \$ (doit être combiné avec une autre amélioration)

7.3 Le niveau de satisfaction dans le marché

Près de neuf participants sur dix (89 %) au volet résidentiel estiment que le montant de la subvention du programme de thermostats intelligents est généreux. D'une façon plus précise, 20 % indiquent qu'il est très généreux et 70 % qu'il est assez généreux. L'ensemble des participants au volet affaires indiquent qu'il est assez généreux.

7.4 La durée de vie

La dernière évaluation estimait la durée de vie des thermostats intelligents du marché résidentiel à dix ans²⁸. Nous croyons opportun de conserver cette estimation. D'une part, les installateurs et les constructeurs rencontrés dans le cadre de l'évaluation n'ont pu fournir une autre estimation. Ils expliquaient que la technologie est trop nouvelle pour avoir eu l'occasion de constater la durée de vie réelle des thermostats intelligents. Par ailleurs, une recherche effectuée sur le Web en février 2022 avec les mots clés « smart thermostat life expectancy » a permis de constater que la durée de dix ans fait consensus dans les publications traitant de ce sujet. Les premiers résultats de cette recherche sont présentés en annexe. En ce

²⁸ Dunsy Expertise en énergie, Évaluation du volet thermostats électroniques programmables et intelligents (PE103) – Programme appareils efficaces résidentiel, novembre 2019.

qui concerne la durée de vie des thermostats intelligents dans le marché affaires, la même logique que le marché résidentiel est appliquée, étant donnée le peu de données à ce sujet. La durée de vie de 16 ans du suivi interne est donc conservé pour les thermostats intelligents du marché affaires. À la lumière de ces constats, les durées de vie des volets résidentiel et affaires du suivi interne ont été conservées.

Tableau 7.3 — Durée de vie

	Durée de vie (ans)
Durée de vie de l'appareil au volet résidentiel	10
Durée de vie de l'appareil au volet affaires	16

8. LES CONCLUSIONS ET LES RECOMMANDATIONS

8.1 Les conclusions

- Les installateurs se sont montrés peu motivés à faire la promotion des volets. Ils n’y voient pas d’avantage et perçoivent un risque à offrir des thermostats intelligents.
- Les détaillants rencontrés sont ouverts à collaborer avec Énergir dans la commercialisation des thermostats intelligents.
- Une proportion de 24 % des thermostats du volet résidentiel a été installée directement pour le compte d’un constructeur d’habitations. Parmi les autres thermostats du volet, la part d’auto-installation est de 79 %. Aucun thermostat du volet affaires n’a été installé par un constructeur et la part d’auto-installation est de 38 %.
- La satisfaction envers les volets est très élevée (résidentiel : 97 %; affaires : 100 %).
- Pour les installateurs et les constructeurs, le prix des thermostats intelligents et la complexité perçue des produits sont les principales barrières à l’adoption des thermostats intelligents.
- Les acteurs du marché estiment que la part de marché des thermostats ira en croissance.
- Des économies supplémentaires en électricité de 49,3 kWh/an par participant peuvent être ajoutées au volet résidentiel. En raison de la diversité des systèmes et de l’absence d’information sur les thermostats qui seraient connectés à un système de climatisation, les économies supplémentaires en électricité n’ont pu être calculées pour le volet affaires.

8.2 Les recommandations

À la lumière des constats évoqués dans ce rapport, l’évaluateur émet trois recommandations :

1. Considérant le faible intérêt des installateurs à faire la promotion des volets de thermostats intelligents auprès de leur clientèle, Énergir pourrait explorer de nouvelles stratégies de commercialisation avec d’autres acteurs du marché, comme les fournisseurs et les détaillants.
2. Accroître les efforts de communication des volets directement avec la clientèle.
3. Ajuster les paramètres du suivi interne du volet selon les nouveaux paramètres obtenus dans le cadre de la présente évaluation.

9. BIBLIOGRAPHIE

- ACEEE, 2014. Advanced Thermostats for Small- to Medium-Sized Commercial Buildings.
<https://www.aceee.org/files/proceedings/2014/data/papers/3-745.pdf>
- ACEEE 2015. Energy Savings from Connected Thermostats: Issues, Challenges, and Results.
https://businessdocbox.com/Green_Solutions/68309425-Energy-savings-from-connected-thermostats-issues-challenges-and-results.html
- ACEEE, 2017. Lightning Session: Residential and Commercial Programs.
https://www.aceee.org/sites/default/files/pdf/conferences/eer/2017/Lightning_Round_Combined_Session2B_EER17_Oct31.pdf
- ACEEE, 2018. Energy Impacts of Smart Home Technologies.
<https://www.aceee.org/sites/default/files/publications/researchreports/a1801.pdf>
- Alec Brandon, Christopher M.Clapp, John A.List, Robert Metcalfe, Michael Price, février 2020. Do Smart Technologies Deliver? Smart Thermostats and Energy Conservation.
<https://cclapp.github.io/ChrisClapp.org/Files/Manuscripts/Brandon,%20Clapp,%20List,%20Metcalfe%20&%20Price%20-%20Do%20Smart%20Technologies%20Deliver-Smart%20Thermostats%20&%20Energy%20Conservation.pdf>
- Cadmus, Focus on Energy, 2020. Wisconsin Focus on Energy 2020 Technical Reference Manual.
https://www.focusonenergy.com/sites/default/files/Focus_on_Energy_2020_TRM.pdf
- CEE, janvier 2019. CEE, Jan 2019. Connected Thermostats Program Guide.
https://library.cee1.org/system/files/library/13813/CEE_ConnectedThermostats_ProgramGuide_15Jan2019.pdf
- Dialogs, Calculs des effets de bénévolat des volets et des programmes du PGEÉ d'Énergir, novembre 2018.
- DNV, décembre 2020. Impact Evaluation of Smart Thermostats - Residential Sector – Program Year 2018.
http://www.calmac.org/publications/CPUC_Group_A_SCT_PY_2018_Report_Update_final_toCALM_AC.pdf
- DNV, juin 2021. Impact Evaluation of Smart Thermostats - Residential Sector - Program Year 2019.
http://www.calmac.org/publications/CPUC_Group_A_Residential_PY2019_SCT_Final_Report_CALM_AC.pdf
- Dunsky Expertise en énergie, Évaluation du volet thermostats électroniques programmables et intelligents (PE103) – Programme appareils efficaces résidentiel, Novembre 2019.
- ENERGY STAR. [Smart Thermostats Specification Version 2.0.](#)
- ENERGY STAR, 2017. ENERGY STAR Program Requirements for Connected Thermostat Products.
<https://www.energystar.gov/sites/default/files/asset/document/ENERGY%20STAR%20Program%20Requirements%20for%20Connected%20Thermostats%20Version%201.0.pdf>

Guidehouse, Octobre 2020. 2019/20 Massachusetts Winter Thermostat Optimization Evaluation. <https://ma-eeac.org/wp-content/uploads/2019-20-MA-Winter-TO-Evaluation-Report-FINAL-2020-10-23.pdf>

Guidehouse, mai 2020. Small Commercial Thermostats TRM Research (Illinois). https://ilsag.s3.amazonaws.com/ComEd-2019-Small-Commercial-Tstat-Study_Final_May-2020.pdf

Guidehouse, avril 2021. Small Commercial Thermostats TRM Research (Nicor Gas).

Illinois, Septembre 2021. 2022 Illinois Statewide Technical Reference Manual for Energy Efficiency Version 10.0TRM v.10.
Volume 3: Residential Measures. https://ilsag.s3.amazonaws.com/IL-TRM_Effective_010122_v10.0_Vol_3_Res_09242021.pdf.
Volume 2: C&I Measures. https://ilsag.s3.amazonaws.com/IL-TRM_Effective_010122_v10.0_Vol_2_C_and_I_09242021.pdf

Illinois Technical Advisory Committee, 2021. 2021 Illinois Statewide Technical Reference Manual for Energy Efficiency Version 9.0. https://ilsag.s3.amazonaws.com/IL-TRM_Effective_010121_v9.0_Vol_3_Res_09252020_Final.pdf

Karen Luson, National Consumer Law Center, janvier 2020. Smart Thermostats: Assessing Their Value in Low-Income Weatherization Programs. https://www.nclc.org/images/pdf/energy_utility_telecom/weatherization/rpt-smart-thermostats-jan2020.pdf

Navigant, Septembre 2018. Wi-Fi Thermostat Impact Evaluation--Secondary Research Study. https://ma-eeac.org/wp-content/uploads/Wi-Fi-Thermostat-Impact-Evaluation-Secondary-Literature-Study_FINAL.pdf

Navigant, mars 2019. ComEd CY2018 Nest Seasonal Savings Heating Season Impact Evaluation Report. <https://s3.amazonaws.com/ilsag/ComEd-CY2018-Nest-Seasonal-Savings-Heating-Season-Impact-Evaluation-Report-2019-03-11-Final.pdf>

Navigant, Juin 2019. [Michigan Tier 3 Thermostat Exploratory Research – Savings potential Findings.](#)

Navigant, janvier 2020. ComEd Advanced Thermostats Research. <https://ilsag.s3.amazonaws.com/ComEd-Tstat-Participant-Survey-Results-Final-2020-01-21.pdf>

Navigant, novembre 2020. ComEd Advanced Thermostat Evaluation. <https://ilsag.s3.amazonaws.com/ComEd-Adv-Thermostat-Research-Report-Final-2020-11-10.pdf>

Northeast Energy Efficiency Partnerships (NEEP), mai 2020. Maryland/Mid-Atlantic Technical Reference Manual Version 10. <https://neep.org/sites/default/files/media-files/trmv10.pdf>

Northwest Energy Efficiency Alliance (NEEA), Novembre 2021. Northwest Smart Thermostat Research Study.

Ontario Energy Board, décembre 2021. Natural Gas Demand Side Management Technical Resource Manual Version 6.0. <https://www.oeb.ca/sites/default/files/OEB-Natural-Gas-DSM-Technical-Resource-Manual-V6.0-20211216.pdf>

Société en commandite Gaz Métro, Révision des méthodologies d'évaluation des effets de distorsion des programmes du PGEÉ de Gaz Métro, Examen administratif 2010 des rapports d'évaluation de programmes du PGEÉ et du FEÉ de Gaz Métro, 7 avril 2010.

Annexe A - Liste des études sur les économies d'énergie des thermostats intelligents analysées

Client	Analyste	Année	Énergie	Résultats	Manufacturier	Méthodologie
Massachusetts utilities	Guidehouse	2020	Tout type de chauffage	Économies de 3,6 % pour l'optimisation de température avec chauffage au gaz (<i>Google Winter seasonal savings program</i>)	Nest	Modélisation basée sur les données des thermostats (avant et après installation) et inclusion d'un groupe témoin
Energy Trust of Oregon	APEX Analytics	2020	Tout type de chauffage	Économies de 3,2 % pour l'optimisation de température avec chauffage au gaz (<i>Resideo optimization approach</i>)	Resideo (Honeywell)	Modélisation basée sur les données des thermostats (avant et après installation) et inclusion d'un groupe témoin et analyse de facturation
ComEd	Navigant	2019	Tout type de chauffage	Économies de 2,5 % par jour pour l'optimisation de température avec chauffage au gaz (<i>Google Winter seasonal savings program</i>)	Nest	Modélisation basée sur les données des thermostats (avant et après installation) et inclusion d'un groupe témoin
Energy Trust of Oregon	Apex Analytics	2016	Chauffage au gaz	Réduction de 6 % (Nest) — 5 % (Hwell Lyric)	Nest, Honeywell Lyric (smart)	Analyse de facturation (pré et post)
NIPSCO (Indiana)	Cadmus	2015	Chauffage au gaz et climatisation	Participants avec Nest ont obtenu une réduction de gaz de 13,4 % en moyenne (11-16 %) comparé à 7,8 % (6-10 %) pour les participants avec un thermostat programmable.	Nest, Honeywell programmable	Analyse de facturation (pré et post)
Vectren (Indiana)	Cadmus	2005	Chauffage au gaz et climatisation	Participants avec Nest ont obtenu une réduction de gaz de 12,5 % (11-14 %) comparé à 5 % (4-6 %) pour les participants avec un thermostat programmable.	Nest, Honeywell programmable	Analyse de facturation (pré et post) et sondage
Liberty Utilities (New Hampshire)	Cadmus	2013	Chauffage au gaz	Réduction de 8 % (6-10 %)	Venstar	Analyse de facturation (pré et post) et sondage
ILSAG	Navigant	2015	Chauffage au gaz	Réduction de 6,7 % en moyenne. 8,8 % pour une installation directe en remplacement d'un thermostat manuel et 5,6 % en nouvelle construction à la place d'un programmable.	Nest	Analyse de facturation (pré et post)
Southern California Gas	Navigant	2015	Chauffage au gaz	Réduction de 5,4 % en moyenne sur la consommation de chauffage	Nest	Modélisation et analyse de facturation (pré et post) avec groupe témoin
PG&E	Nexant	2014	Chauffage au gaz	Les économies de chauffage n'ont pas été statistiquement différentes de zéro : -1,4 % en moyenne	Honeywell/OPower	Analyse de facturation (pré et post) et sondage
ConEd	Cadmus	2016	Chauffage à l'électricité	Économies en kWh de 3,3 %		Analyse de facturation (pré et post) et sondage

Annexe B - Résultats de la recherche sur le Web avec les mots clés « smart thermostat life expectancy »

Pages Web	Information sur la durée de vie
https://climesense.com/what-is-the-standard-smart-thermostat-life-expectancy/	With external factors such as brand, production and settings aside, we can say that the average life expectancy for a smart thermostat is around ten years.
https://smarthomestarter.com/what-is-the-average-lifespan-of-nest-thermostat/	The average lifespan of a Nest Thermostat is roughly 10 years. In fact, most of the popular smart thermostats on the market today have the same lifespan as Nest Thermostat.
https://hvacseer.com/how-long-nest-thermostat-lasts/	A Nest thermostat can last up to 10 years.
https://www.quora.com/How-long-do-Nest-thermostats-last	I would expect Nest thermostats to last around 10 years, on average. They are relatively new, so there is not a lot of information on long term durability, but it seems like smart thermostats burn out in about 10 years.
https://homeinspectioninsider.com/how-long-do-hvac-thermostats-last-when-to-replace/	Most thermostats can last 10 years. After 10 years, they can show signs of age and wear, which means it's time to replace it.
https://advanced-air.com/help-guides/troubleshooting/do-home-thermostats-go-bad	Thermostats don't typically have a set lifespan for maintenance, repair, or replacement (unlike air conditioners that need a tune-up every year). Still, you can generally expect your thermostat to last at least 10 years.
https://www.sperrs.com/7-signs-you-need-to-replace-your-thermostat/	The lifespan of most home thermostats is 10 years.