

ÉVALUATION DU VOLET PE215 – INFRAROUGE

ÉNERGIR

Rapport d'évaluation

7 décembre 2018



ECONOLER

SOMMAIRE

Le présent rapport fait état des résultats de l'évaluation du volet Infrarouge (volet PE215) du programme *Appareils efficaces - Affaires*¹ d'Énergir pour les années financières 2014-2015, 2015-2016 et 2016-2017.

Description du volet

Le volet PE215 a pour objectif principal de diminuer la consommation de gaz naturel des marchés commercial, institutionnel et industriel (CII) et du marché Ventes grandes entreprises (VGE) en encourageant l'achat et l'installation d'appareils de chauffage infrarouge à gaz naturel (haute et basse intensité). Énergir offre une aide financière de 200 \$ par appareil à infrarouge de moins de 100 000 Btu/h et de 500 \$ par appareil à infrarouge de 100 000 Btu/h et plus.

Description du mandat

Dans le cadre de ce mandat, Econoler s'est intéressée au marché actuel des appareils de chauffage infrarouge. Le mandat visait également à évaluer l'impact énergétique du programme et, plus précisément, à réviser certains paramètres utilisés pour le calcul des impacts énergétiques bruts et nets. La méthodologie d'évaluation incluait une étude de la documentation et de la base de données du programme, une revue de littérature, un sondage téléphonique auprès des participants, des entrevues avec les principaux acteurs du marché (installateurs, distributeurs et ingénieurs) et une analyse détaillée du calcul du gain énergétique.

Caractérisation des appareils

Installé au plafond, l'appareil de chauffage infrarouge utilise le rayonnement pour transférer la chaleur vers les personnes et les objets, ce qui crée instantanément une sensation de chaleur. Les économies proviennent du fait que l'infrarouge ne chauffe pas l'air ambiant comme c'est le cas avec un système de chauffage à convection, tel que l'aérotherme.

Il existe deux principaux types d'appareils de chauffage infrarouge : les appareils à basse intensité et les appareils à haute intensité. Leur fonctionnement est essentiellement le même, mais les appareils de chauffage à haute intensité utilisent des matériaux, tels que les céramiques, pouvant résister à des températures de fonctionnement plus élevées. Selon les analyses d'Econoler, 84 % des appareils installés dans le cadre du volet PE215 sont à basse intensité, alors que 16 % sont à haute intensité. Les appareils à basse intensité sont parfois équipés de contrôles qui permettent deux niveaux de capacités (2 stages). Econoler a effectué une recherche afin de déterminer le nombre de stages des appareils les plus fréquents de la base de données. Parmi les modèles dont l'information était disponible, la grande majorité des appareils étaient à un stage.

¹ Cause tarifaire 2019, R-4018-2017, GM-J, Document 3, pp. 11-12.

La majorité des appareils installés dans le cadre du volet PE215 ont une capacité se situant entre 100 et 200 kBtu/h (qu'il s'agisse d'appareils à basse ou à haute intensité), pour une capacité moyenne de 150 kBtu/h.

Base de données du volet

Econoler a analysé la base de données du volet. Cette analyse a permis de conclure que la base de données était cohérente et qu'elle contenait les principaux champs nécessaires au suivi du volet et à son évaluation. Depuis la dernière évaluation, Énergir a effectué quelques ajustements sur certains champs, ce qui a permis de faciliter l'analyse en fonction des numéros des modèles. Pour certaines variables sur le type d'appareil (basse ou haute intensité, nombre de stages), l'information n'était toutefois pas disponible directement.

Résultats de l'évaluation de marché

Pour les trois années financières évaluées, 1 724 appareils de chauffage infrarouge ont été installés par des participants. Les appareils à infrarouge ont principalement été installés dans des garages (39 %), des entrepôts (25 %) ainsi que des usines (24 %).

Les installateurs sont de loin le principal véhicule de promotion du volet PE215 : près des deux tiers des participants (64 %) ont affirmé avoir été conseillés par un entrepreneur ou un installateur dans leur décision d'acheter un appareil infrarouge. La grande majorité des installateurs et distributeurs disent d'ailleurs faire la promotion du volet PE215 auprès de leurs clients. Alors que le volet PE215 est bien connu de la part des installateurs et distributeurs, ce volet est moins bien connu chez les ingénieurs. D'ailleurs, 4 des 10 ingénieurs interrogés aimeraient recevoir des outils d'analyse ou de la documentation sur le volet infrarouge.

Lorsqu'interrogés sur le principal avantage de leur appareil, le confort (46 %) et les économies d'énergie (35 %) sont les deux principaux avantages mentionnés par les participants. D'ailleurs, 79 % des participants ont noté une amélioration de leur confort à la suite de l'installation de l'appareil à infrarouge.

Au moment de considérer l'acquisition d'un appareil à infrarouge et leur participation au volet, les principales préoccupations des participants sont 1) le coût total pour l'achat et l'installation de l'appareil, 2) la possibilité de ne pas réaliser les économies d'énergie prévues, et 3) la capacité de chauffage de l'appareil. Les acteurs du marché confirment que le principal frein à l'acquisition d'un appareil à infrarouge est les coûts. La hauteur nécessaire pour l'installation ainsi que le manque d'éducation sur cette technologie sont aussi d'importants freins mentionnés par les acteurs du marché. D'ailleurs, lorsqu'interrogés sur les pistes pour améliorer la pénétration des appareils à infrarouge, les acteurs du marché proposent l'éducation et la promotion comme premières actions à prendre (13 mentions). Augmenter les aides financières est la deuxième action proposée (10 mentions).

L'évaluation révèle que les participants et les acteurs du marché sont satisfaits à l'égard du volet PE215 (notes moyennes respectives de 8,8 et 7,9 sur 10). Le volet a rejoint les attentes de plusieurs

participants et leur participation s'est bien déroulée. Plusieurs acteurs du marché soulignent quant à eux la simplicité du volet.

Pour estimer le marché potentiel pour les appareils à infrarouge, Econoler a analysé le nombre total d'appareils à infrarouge et d'aérothermes à efficacité standard installés chez les clients affaires pour la période évaluée. En effet, l'aérotherme est généralement le type de système de chauffage installé si le client ne souhaite pas installer un appareil à infrarouge. L'évaluation a révélé que les appareils à infrarouge représentent 17 % de toutes les installations potentielles, et qu'il existe donc un potentiel résiduel élevé pour le volet PE215 d'Énergir.

Coût incrémental et aide financière

Dans le cadre de la présente évaluation, Econoler a analysé le coût incrémental moyen associé à l'achat et à l'installation d'un appareil de chauffage infrarouge par rapport à un aérotherme à efficacité standard. L'analyse a démontré que le coût incrémental est en moyenne de 570 \$ pour un appareil à infrarouge de moins de 100 kBtu/h et de 1 130 \$ pour un appareil de 100 kBtu/h et plus. Le montant d'aide financière de 200 \$ et de 500 \$ (selon la capacité de l'appareil) accordée par Énergir permet donc de couvrir respectivement 35 % et 44 % du coût incrémental moyen de chaque catégorie d'appareil.

Afin de comparer la méthode d'attribution de l'aide financière utilisée par Énergir, un balisage a été effectué auprès de juridictions offrant un programme similaire. Les données recueillies au cours de ce balisage indiquent que la majorité des juridictions canadiennes offrent une aide financière variant en fonction de la capacité de l'appareil, alors que la majorité des juridictions américaines offrent une aide financière selon le type d'appareil (à basse intensité seulement). Un seul distributeur tient compte du nombre de stages de l'appareil. L'aide financière offerte varie de 100 \$ à 750 \$ par appareil selon les juridictions. À titre comparatif, Énergir a offert en moyenne une aide financière de 477 \$ par appareil pour les années évaluées. Les acteurs du marché ont également été interrogés sur leur satisfaction à l'égard de la méthode d'établissement de l'aide financière. La majorité des acteurs (13 des 19) s'en sont dits satisfaits (note de satisfaction de 8 à 10 sur 10), notamment en raison de la simplicité de la structure d'aide financière.

Résultats de l'évaluation d'impact énergétique

L'évaluation d'impact énergétique a permis de réviser les paramètres utilisés par le suivi interne.

Pour réviser le gain énergétique des appareils à infrarouge, Econoler a réalisé une revue de littérature et répertorié les plus récentes études et rapports d'évaluation qui concernent les appareils de chauffage infrarouge afin de comprendre comment les gains énergétiques ont été établis. Une nouvelle méthode de calcul a donc été utilisée dans le cadre de cette évaluation. Elle est basée sur l'équation présentée dans le plus récent *Technical Resource Manual* (TRM) de l'Ontario. La méthode de calcul est également très similaire à celle utilisée par le New Jersey.

Le calcul du gain énergétique unitaire tient compte de l'efficacité thermique de l'appareil infrarouge, de l'efficacité thermique de l'appareil de chauffage conventionnel, d'un facteur de compensation et des heures de fonctionnement de l'appareil de chauffage conventionnel. Puisque l'appareil de chauffage conventionnel est un aérotherme à efficacité standard, Econoler a pu calculer des heures de fonctionnement de 1 400 heures par appareil en utilisant les résultats d'une analyse de facturation réalisée lors de l'évaluation du volet PE225 – Aérothermes à condensation². Cette valeur d'heures de fonctionnement donne un résultat plus conservateur que les valeurs théoriques utilisées par les distributeurs de gaz naturel ontariens et est la principale raison de l'importante diminution du gain unitaire par rapport à la valeur utilisée par le suivi interne.

Avec la nouvelle équation, un gain énergétique unitaire de 0,00803 m³/Btu/h a été obtenu. En multipliant par la capacité moyenne des appareils dans la base de données (150 kBtu/h), le gain énergétique est de 1 205 m³ par appareil. Afin de valider ce gain unitaire, Econoler a exploré la possibilité d'utiliser les données de consommation réelle des participants avant et après l'installation de leur appareil à infrarouge. Toutefois, l'analyse préliminaire des données de consommation des participants a démontré qu'il était trop difficile d'isoler adéquatement les consommations de chauffage associées aux appareils infrarouges et à l'équipement qu'ils remplacent.

Le taux d'opportunité du volet PE215 a été évalué à 21 % au moyen d'un sondage téléphonique. À titre comparatif, un taux d'opportunité de 16 % qui découle de la dernière évaluation était utilisé pour le suivi interne. L'effet d'entraînement obtenu pour la période évaluée est négligeable, car un seul participant a installé un appareil à infrarouge à la suite de sa participation. Dans son suivi interne, Énergir utilisait un effet d'entraînement de 2 % basé sur les résultats de la dernière évaluation.

La durée de vie utilisée en suivi par Énergir pour calculer l'impact énergétique des appareils de chauffage infrarouge était de 17 ans. Afin de s'assurer que cette valeur soit toujours adéquate, Econoler a effectué une revue de littérature et des entrevues auprès des distributeurs et installateurs. Les résultats ont validé qu'une durée de vie moyenne de 17 ans est une valeur réaliste pour les appareils de chauffage infrarouge.

Le test du coût total en ressources (TCTR) du plus récent suivi interne, soit celui du dossier tarifaire 2019, a été recalculé en utilisant les paramètres révisés au cours de cette évaluation. Le TCTR obtenu est 2 393 196 \$ pour un ratio de 5,24.

Le tableau suivant résume l'ensemble des paramètres d'impact énergétique qui ont été révisés au cours de cette évaluation et les compare au plus récent suivi interne.

² Econoler, *Rapport d'évaluation du programme PE225 – Aérothermes à condensation*, Rapport préparé pour Gaz Métro, décembre 2016.

Tableau 1 : Comparaison des paramètres du volet PE215 révisés au cours de cette évaluation aux paramètres utilisés par le plus récent suivi interne

Paramètre évalué	Valeur utilisée dans le suivi interne	Valeur révisée à la suite de l'évaluation
Gain unitaire par capacité (m ³ /Btu/h)	0,0159	0,00803
Capacité moyenne installée (Btu/h)	152 662	150 000
Gain unitaire par appareil (m ³ /appareil)	2 427	1 205
Opportunisme (%)	16	21
Entraînement (%)	2	0
Bénévolat (m ³)*	692	0
Durée de vie (année)	17	17
Coût incrémental (\$)	696	1 060
TCTR (\$)	6 074 702	2 393 196
TCTR ratio	15,54	5,24

* Paramètre non révisé dans le cadre de la présente évaluation, mais dans une étude des effets de bénévolat des programmes du PGEÉ réalisée par Énergir en 2018.

À la lumière des principaux constats faits lors de cette évaluation, Econoler émet les recommandations suivantes en vue d'optimiser certains aspects du programme :

- › **Recommandation 1** : Offrir davantage d'information technique aux acteurs clés du marché afin de lever la barrière de la méconnaissance de la technologie et les appuyer dans leur promotion du volet.
- › **Recommandation 2** : Évaluer la possibilité de documenter le type d'appareil à infrarouge (basse intensité et haute intensité) dans la base de données du volet, et, si possible, le nombre de stades de chaque modèle d'appareil admissible.
- › **Recommandation 3** : Ajuster les paramètres du suivi interne du volet selon les nouveaux paramètres obtenus dans le cadre de la présente évaluation. Le nouveau gain unitaire devrait être appliqué. Il en va de même pour le taux d'opportunisme, ainsi que pour tous les autres paramètres utilisés dans le calcul du TCTR, comme la durée de vie et le coût incrémental moyen.



TABLE DES MATIÈRES

1	DESCRIPTION DU VOLET ÉVALUÉ	1
2	MANDAT D'ÉVALUATION.....	2
2.1	Nature et portée de l'évaluation.....	2
2.2	Schéma méthodologique	3
2.3	Description des activités d'évaluation	3
3	RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION	5
3.1	Impact du volet sur le marché	5
3.1.1	Participation au volet	5
3.1.2	Type de bâtiments et d'utilisation	6
3.1.3	Contexte et raisons d'acquisition	8
3.1.4	Notoriété et commercialisation du volet	9
3.1.5	Perception envers les appareils à infrarouge	11
3.1.6	Satisfaction à l'égard du volet, de l'appareil et du montant d'aide financière	12
3.1.7	Barrières à la participation et à la pénétration des appareils à infrarouge	13
3.1.8	État du marché et potentiel résiduel.....	14
3.2	Base de données du volet.....	16
3.3	Caractérisation des appareils à infrarouge installés	17
3.4	Impact énergétique brut.....	19
3.4.1	Méthodologie de calcul	21
3.4.2	Paramètres.....	23
3.4.3	Calcul du gain énergétique unitaire brut.....	26
3.5	Impact énergétique net	27
3.5.1	Taux d'opportunisme	27
3.5.2	Effet d'entraînement	28
3.5.3	Bénévolat.....	29
3.6	Rentabilité du volet	29
3.6.1	Durée de vie	29
3.6.2	Coût incrémental.....	31
3.6.3	Test du coût total en ressources	32
3.7	Aide financière accordée par le volet.....	32
3.8	Résumé des paramètres évalués	35
	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	36
	ANNEXE I PARAMÈTRES UTILISÉS POUR LE CALCUL DU TCTR.....	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Comparaison des paramètres du volet PE215 révisés au cours de cette évaluation aux paramètres utilisés par le plus récent suivi interne	v
Tableau 2 : Marge d'erreur et taux de réponse du sondage	4
Tableau 3 : Participation au volet pour les années financières évaluées	5
Tableau 4 : Connaissance et promotion du volet par les acteurs du marché (n=24)	10
Tableau 5 : Perception des participants envers les appareils à infrarouge (n=84)	11
Tableau 6 : Taux de pénétration	15
Tableau 7 : Types d'appareils infrarouges installés	18
Tableau 8 : Revue des gains énergétiques des appareils à infrarouge	19
Tableau 9 : Paramètres utilisés dans le calcul du gain unitaire	23
Tableau 10 : Heures de fonctionnement à pleine charge utilisées pour le calcul du gain unitaire d'appareils de chauffage infrarouge	26
Tableau 11 : Taux d'opportunité pour le volet PE215	28
Tableau 12 : Effet d'entraînement pour le volet PE215	29
Tableau 13 : Bénévolat pour le volet PE215	29
Tableau 14 : Durée de vie utile des appareils à infrarouge	30
Tableau 15 : Coût incrémental total	31
Tableau 16 : Données recueillies lors du balisage sur l'aide financière	33
Tableau 17 : Comparaison des paramètres du volet PE215 révisés au cours de cette évaluation aux paramètres utilisés par le plus récent suivi interne	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma méthodologique	3
Figure 2 : Historique de participation au volet PE215	6
Figure 3 : Vocation du bâtiment (n=84)	7
Figure 4 : Type de bâtiments (n=84)	7
Figure 5 : Utilisation de l'appareil à infrarouge (n=84)	7
Figure 6 : Acteurs ayant conseillé l'achat d'un appareil à infrarouge (n=84)	8
Figure 7 : Raisons d'acquisition d'un appareil à infrarouge (n=84)	9
Figure 8 : Sources de notoriété du volet PE215 auprès des participants (n=84)	10
Figure 9 : Besoins en matière de matériel promotionnel (n=24)	11
Figure 10 : Satisfaction des participants envers le volet PE215 (n=84)	12
Figure 11 : Niveau de préoccupation des participants quant à leur participation au volet PE215 (n=84)	13
Figure 12 : Niveau de préoccupation des participants quant à l'installation d'un appareil à infrarouge (n=84)	14
Figure 13 : Capacité des appareils à infrarouge installés	18

ABBREVIATIONS

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
CII	Commercial, institutionnel et industriel
DSM	<i>Demand Side Management</i>
PCGN	Partenaires certifiés en gaz naturel d'Énergir
PGEÉ	Plan global en efficacité énergétique
PTÉ	Potentiel technico-économique
TCTR	Test du coût total en ressources
TRM	Technical Resource Manual
VGE	Ventes grandes entreprises

1 DESCRIPTION DU VOLET ÉVALUÉ

Le volet infrarouge (volet PE215) du programme *Appareils efficaces - Affaires*³ a pour but d'encourager l'achat et l'installation d'appareils de chauffage infrarouge à gaz naturel auprès des clients existants et des nouveaux clients d'Énergir pour les marchés commercial, institutionnel et industriel (CII) ainsi que les clients du marché Ventes grandes entreprises (VGE).

Installé au plafond, l'appareil de chauffage infrarouge utilise le rayonnement pour transférer la chaleur vers les personnes et les objets, ce qui crée instantanément une sensation de chaleur. Les économies proviennent du fait que l'infrarouge ne chauffe pas l'air ambiant comme c'est le cas avec un système de chauffage à convection, tel que l'aérotherme.

Énergir offre une aide financière pour chaque appareil installé afin de réduire le surcoût par rapport à un système de chauffage à convection. Le montant de l'aide financière varie en fonction de la capacité de l'appareil :

- › Appareil à infrarouge de moins de 100 000 Btu/h : 200 \$ par appareil;
- › Appareil à infrarouge de 100 000 Btu/h et plus : 500 \$ par appareil.

Pour être admissibles au volet, les appareils à infrarouge doivent faire partie de la liste d'appareils admissibles produite par Énergir disponible sur leur site Web. Les appareils à infrarouge de haute et basse intensité visés par le volet sont ceux destinés au chauffage des espaces seulement. Les appareils de type chauffe-patio ou destinés aux applications agricoles (éleveuses, couveuses, etc.) ne sont pas admis au volet.⁴

Le volet infrarouge fait partie du portefeuille d'interventions du Plan global en efficacité énergétique (PGEÉ) d'Énergir depuis 2005. À la suite de l'évaluation qui a eu lieu en 2012-2013, le volet PE215 visant les clients des marchés CII a été jumelé au volet PE217 qui, quant à lui, s'adressait aux clients du marché VGE, étant donné la similitude entre les deux volets.

³ Cause tarifaire 2019, R-4018-2017, GM-J, Document 3, pp. 11-12.

⁴ Le 1^{er} février 2012, les appareils à infrarouge de type « couveuses » qui étaient principalement utilisés dans le marché avicole ont été retirés du volet PE215.

2 MANDAT D'ÉVALUATION

La présente section décrit la nature et la portée du mandat octroyé à Econoler pour l'évaluation du volet PE215. Un schéma résumant la méthodologie d'évaluation est ensuite présenté, suivi de la description détaillée des activités réalisées.

2.1 Nature et portée de l'évaluation

Econoler a été mandatée par Énergir afin d'évaluer le volet PE215 pour les années financières 2014-2015, 2015-2016 et 2016-2017, soit la période du 1^{er} octobre 2014 au 30 septembre 2017.

Dans le cadre de ce mandat, Econoler s'est intéressée aux effets du volet sur le marché actuel des appareils de chauffage infrarouge. Divers thèmes de recherche liés au marché des appareils à infrarouge ont été sondés, notamment les sources d'information et d'influence menant à la participation au volet, de même que la satisfaction des divers acteurs du marché à leur égard. Les barrières à la pénétration des appareils de chauffage infrarouge et le potentiel résiduel lié à ce type d'appareil ont également été analysés. De plus, les contextes d'acquisition, d'installation et d'utilisation des appareils de chauffage, ainsi que les perceptions des acteurs du marché envers les appareils à infrarouge ont fait l'objet de l'évaluation.

D'un point de vue de l'évaluation du processus, Econoler s'est intéressée au mode de fonctionnement du volet en vue de son optimisation. Ainsi, une révision de la base de données du volet et de l'aide financière accordée a notamment été effectuée.

Le présent mandat visait également à évaluer l'impact énergétique du volet, et plus précisément à réviser les paramètres utilisés pour le calcul des impacts énergétiques bruts et nets, soit le gain énergétique unitaire, la capacité moyenne des appareils installés, l'opportunisme et l'entraînement. La révision des paramètres utilisés pour les calculs d'impact énergétique permet ainsi de réajuster le suivi interne du volet PE215 pour les années à venir.

En plus des paramètres révisés pour les calculs d'impact énergétique, la durée de vie et le coût incrémental ont été revus pour le calcul de rentabilité du volet fait à l'aide du test du coût total en ressources (TCTR). La valeur obtenue a été comparée à celle présentée au dossier tarifaire 2019 d'Énergir.

2.2 Schéma méthodologique

Le schéma ci-dessous indique les différentes activités qui ont eu lieu lors de l'évaluation du volet PE215.

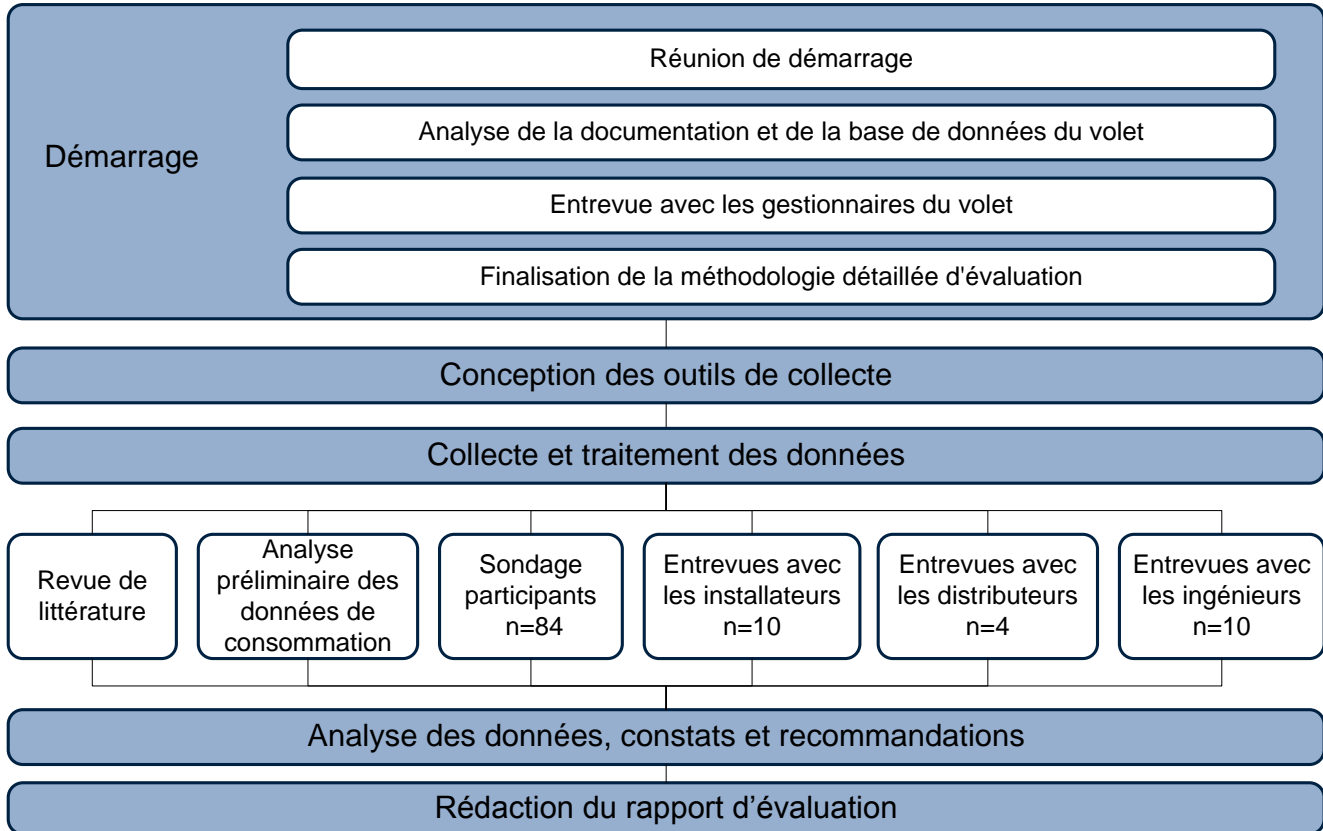


Figure 1 : Schéma méthodologique

2.3 Description des activités d'évaluation

Revue de littérature

Afin d'établir la durée de vie des appareils à infrarouge, la méthodologie de calcul du gain énergétique unitaire et certains paramètres utilisés dans ce calcul, une revue de littérature a été réalisée. Econoler a concentré ses recherches sur les rapports, les études et les évaluations de programmes des organisations canadiennes et américaines qui proposent des appareils de chauffage infrarouge à leurs clientèles commerciale, institutionnelle et industrielle.

Analyse préliminaire des données de consommation

Afin de valider le gain unitaire trouvé dans la revue de littérature, Econoler a exploré la possibilité d'utiliser les données de consommation réelle des participants avant et après l'installation de leur appareil à infrarouge. L'analyse préliminaire des données de consommation des participants a démontré la difficulté d'isoler les consommations de chauffage associées aux appareils infrarouges et à l'équipement qu'ils remplacent. Les appareils à infrarouge servent souvent à chauffer une partie précise du bâtiment, faisant en sorte que les données de consommation de chauffage peuvent inclure d'autres appareils de chauffage significatifs dans le bâtiment. Les données de consommation réelle des participants au volet PE215 n'ont donc pas été utilisées pour appuyer les résultats de la revue de littérature.

Sondage téléphonique auprès des participants

Du 7 au 24 mai 2018, un sondage téléphonique a été réalisé auprès des clients d'Énergir qui ont participé au volet PE215 entre le 1^{er} octobre 2014 et le 30 septembre 2017.

Le sondage téléphonique, d'une durée moyenne de 15 minutes, a été réalisé par la firme Dialogs.

La base de données contenant la liste des participants au volet a été utilisée pour le recrutement. Lors de l'épuration des données, 343 participants ont été identifiés comme des participants uniques. Au total, 84 participants ont été interrogés sur leur participation au volet PE215.

Tableau 2 : Marge d'erreur et taux de réponse du sondage

	N (Population de participants)	n (Répondants)	Marge d'erreur maximale (18 fois sur 20)	Taux de réponse
Participants au volet PE215	343	84	± 7,8 %	46 %

Entrevues en profondeur auprès des distributeurs, installateurs et ingénieurs

Du 8 au 28 mai 2018, des entrevues téléphoniques en profondeur ont été réalisées avec 24 acteurs du marché. Au total, 10 installateurs, 4 distributeurs et 10 ingénieurs ont été interrogés. Les entrevues, d'une durée moyenne de 30 minutes, ont également été réalisées par la firme Dialogs.

Certains ingénieurs interrogés dans le cadre du volet PE215 l'ont aussi été pour le volet de rénovations écoénergétiques (volet PE233) du programme Rénovation et nouvelle construction efficace, puisque les évaluations de ces deux volets ont été faites simultanément par Econoler.

3 RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION

La section qui suit présente les principaux résultats issus de l'évaluation.

3.1 Impact du volet sur le marché

Comme mentionné dans la section précédente, différents outils de recherche ont été utilisés afin de bien évaluer l'impact du volet sur le marché, dont un sondage effectué auprès des participants, de même que des entrevues individuelles réalisées avec des acteurs du marché. Les résultats relatifs à la participation au volet, sa notoriété et sa commercialisation, la satisfaction à son égard, les barrières à la pénétration des appareils de chauffage infrarouge, la perception envers ces appareils ainsi que le potentiel résiduel font partie des sujets traités dans les prochaines sous-sections.

3.1.1 Participation au volet

Depuis 2014, le nombre d'appareils installés dans le cadre du volet PE215 varie légèrement d'une année à l'autre, mais se situe généralement au-delà de la barre annuelle des 500 appareils. Pour les années financières 2014-2015, 2015-2016 et 2016-2017, 1 724 appareils à infrarouge ont été installés, ce qui est en deçà de l'objectif de 2 275 appareils installés. Le taux de réalisation est toutefois plus élevé pour l'année financière 2016-2017 (89 %) en raison de l'ajustement de l'objectif.

Tableau 3 : Participation au volet pour les années financières évaluées

Nombre d'appareils	2014-2015	2015-2016	2016-2017	Total
Résultats réels	654	491	579	1 724
Objectifs	800	825	650	2 275
Taux de réalisation	82 %	60 %	89 %	76 %

La Figure 2 présente l'historique de participation au volet PE215 depuis son lancement. Entre 2010 et 2012, le volet PE215 a connu une très forte popularité, avec plus de 1 500 appareils à infrarouge installés chaque année par les participants. Il est à noter que l'admissibilité des appareils à infrarouge destinés aux applications agricoles explique en grande partie le nombre élevé d'appareils installés pendant ces années financières. Étant devenus la pratique courante dans ce secteur, les appareils à infrarouge destinés aux applications agricoles ont toutefois été retirés du volet en 2012, ce qui explique la diminution du nombre d'appareils installés lors des années financières subséquentes. Somme toute, malgré les variations observées au cours des années passées, les résultats de participation semblent se stabiliser pour la période évaluée.

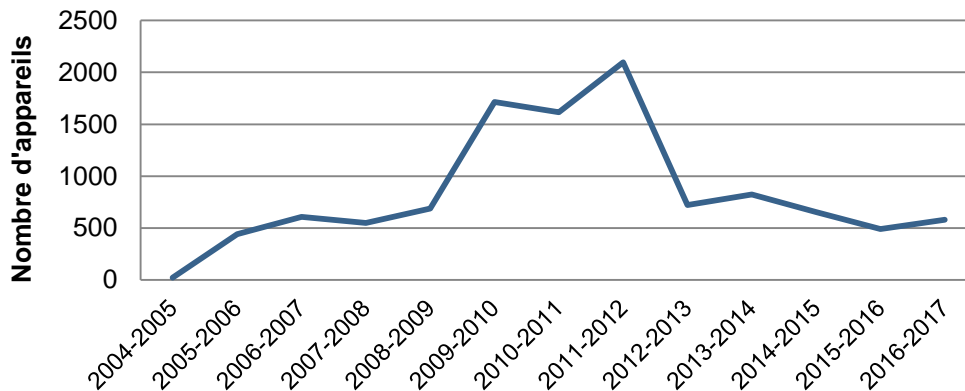


Figure 2 : Historique de participation au volet PE215⁵

3.1.2 Type de bâtiments et d'utilisation

Les résultats du sondage auprès de participants révèlent que les appareils à infrarouge sont majoritairement installés dans un bâtiment existant (74 %). D'ailleurs, 54 % des installations d'appareils de chauffage infrarouge ont remplacé un autre type de système de chauffage, le plus souvent un aérotherme.

La Figure 3 présente la vocation des bâtiments où ont été installés des appareils à infrarouge dans le cadre du volet PE215. Environ la moitié des appareils à infrarouge ont été installés dans un bâtiment à vocation industrielle (47 %), alors que l'autre moitié des appareils ont été installés dans un bâtiment à vocation commerciale (52 %).

Comme illustré à la Figure 4, les principaux bâtiments où sont installés les appareils à infrarouge sont les garages (39 %), les entrepôts (25 %), ainsi que les usines (24 %).

⁵ Le nombre d'appareils inclut les appareils installés dans le cadre des volets PE215 et PE217, puisque ces deux volets ont été jumelés.

■ Commerciale ■ Industrielle ■ Institutionnelle

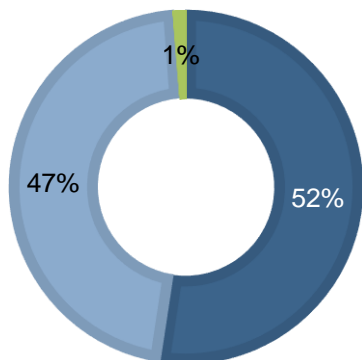


Figure 3 : Vocation du bâtiment (n=84)

■ Garage

■ Entrepôt

■ Usine

■ Commerce (gros et détail)

■ Condos commerciaux/industriels

■ Concessionnaire automobile

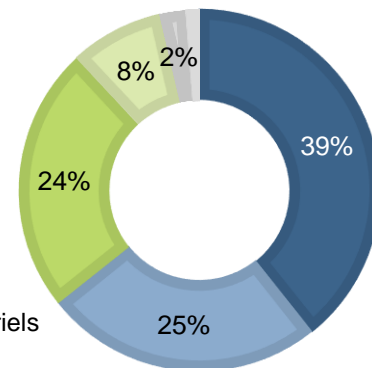


Figure 4 : Type de bâtiments (n=84)

Comme l'illustre la Figure 5, l'appareil à infrarouge est utilisé comme système de chauffage principal dans un endroit précis du bâtiment dans la majorité des cas (65 %), par exemple dans une entrée ou dans un entrepôt. Plus du quart des participants (29 %) utilisent leur appareil à infrarouge comme système de chauffage principal de leur bâtiment.

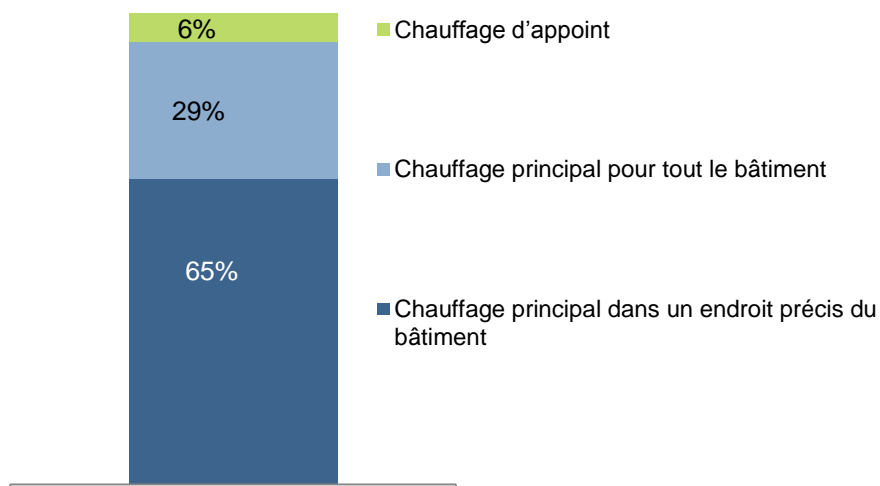


Figure 5 : Utilisation de l'appareil à infrarouge (n=84)

3.1.3 Contexte et raisons d'acquisition

Les participants interrogés ont été invités à identifier la personne qui les avait conseillés dans leur décision d'acquérir un appareil de chauffage infrarouge. Comme illustré à la Figure 6, près des deux tiers des participants (64 %) ont affirmé avoir été conseillés par un entrepreneur ou un installateur dans leur décision d'achat. Les distributeurs d'appareils à infrarouge (11 %), les conseillers d'Énergir (10 %) et les ingénieurs (10 %) ont également conseillé l'achat d'appareils de chauffage infrarouge aux participants, quoique dans une moindre mesure.

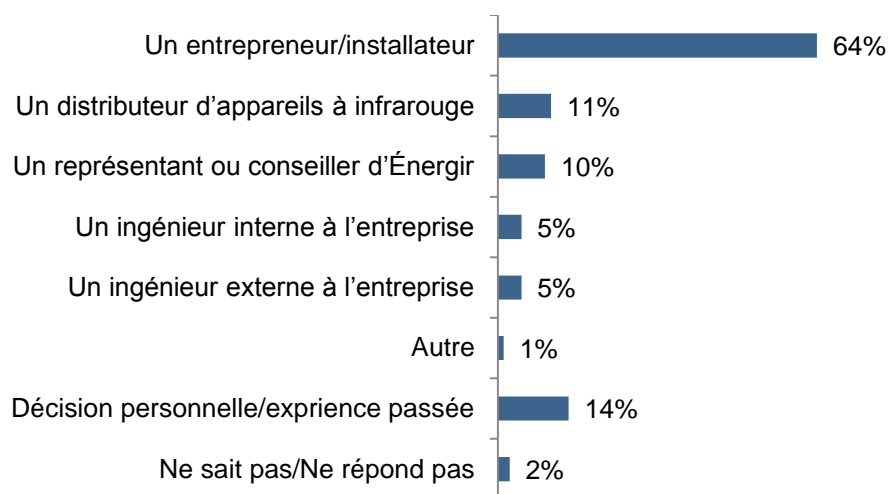


Figure 6 : Acteurs ayant conseillé l'achat d'un appareil à infrarouge (n=84)

Comme l'indique la figure suivante, pour plus du tiers des participants, la principale raison d'acquisition de l'appareil de chauffage infrarouge est la diminution de la facture d'énergie (37 %). D'autres participants ont cité la désuétude de l'ancien système (13 %) et l'augmentation du confort (11 %).



Figure 7 : Raisons d'acquisition d'un appareil à infrarouge (n=84)

3.1.4 Notoriété et commercialisation du volet

Les acteurs du marché sont impliqués à différents niveaux dans le volet PE215. Les installateurs sont souvent inclus dans la décision d'installer un appareil à infrarouge alors que les distributeurs fournissent du soutien technique aux installateurs. Par ailleurs, les ingénieurs sont généralement moins impliqués dans la décision d'installer un appareil à infrarouge, cependant la plupart le proposent à leurs clients, soit lors d'audits énergétiques, d'études de faisabilité ou dans les plans et devis lors de la conception d'un nouveau bâtiment.

Généralement, les acteurs du marché estiment bien connaître le volet. Les distributeurs et les installateurs sont ceux qui connaissent le mieux le volet d'appareils à infrarouge d'Énergir et en font d'ailleurs presque tous la promotion auprès de leurs clients. Les ingénieurs sont ceux qui le connaissent le moins bien. Malgré tout, la plupart en font tout de même la promotion.

Tableau 4 : Connaissance et promotion du volet par les acteurs du marché (n=24)

Acteur du marché	Total	Connaissance du volet			Promotion du volet
		Très ou assez bien	Peu	Pas du tout	Oui
Distributeurs	4	4	-	-	4
Installateurs	10	8	2	-	7
Ingénieurs	10	5	4	1	6
Total	24	17	6	1	17

Les résultats présentés dans la Figure 8 font ressortir l'efficacité de la promotion du volet réalisée par les installateurs auprès de leurs clients. En effet, la moitié des participants (51 %) ont pris connaissance du volet par l'intermédiaire de leur entrepreneur ou de leur installateur. Des participants ont également mentionné, dans une moindre mesure, le représentant ou conseiller d'Énergir (12 %), une expérience antérieure avec les programmes d'Énergir (11 %) ainsi que le bouche-à-oreille (8 %).

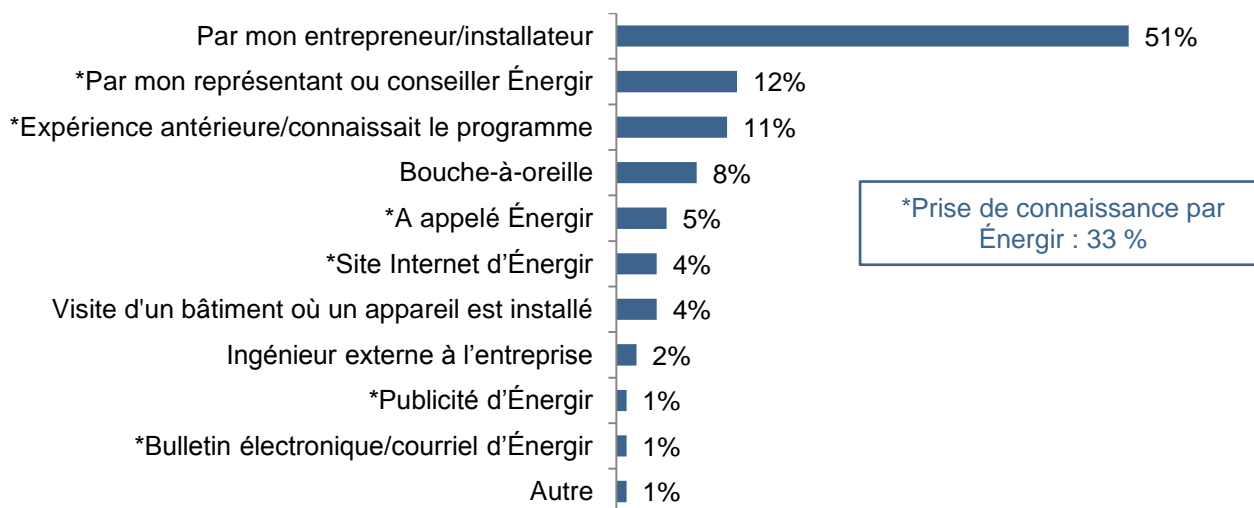


Figure 8 : Sources de notoriété du volet PE215 auprès des participants (n=84)

Il est à noter que la majorité des acteurs n'ont pas reçu de matériel promotionnel ou d'outil de la part d'Énergir. Cependant, la plupart des acteurs du marché jugent bien connaître le volet et considèrent qu'il ne serait pas utile de recevoir du matériel (« *je connais le programme et je suis capable de bien l'expliquer* ») alors que certains acteurs (4 ingénieurs, 2 distributeurs et 1 installateur) aimeraient recevoir des outils d'analyse ou de la documentation qui résume le volet (« *il serait utile d'avoir un outil pour nous aider à faire la comparaison des coûts, comme un outil de calcul des économies ou des études de cas à présenter au client, etc.* »).

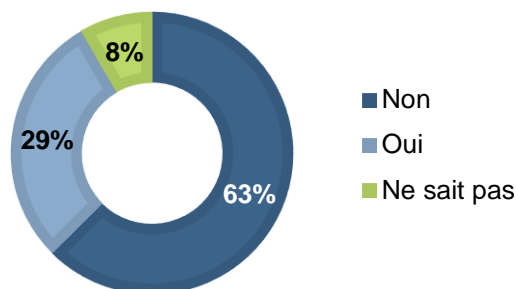


Figure 9 : Besoins en matière de matériel promotionnel (n=24)

3.1.5 Perception envers les appareils à infrarouge

Les participants interrogés ont une perception très favorable de leurs appareils à infrarouge. Le principal avantage cité par près de la moitié des participants (46 %) est le confort que procure ce type d'appareil. Les autres avantages perçus par les participants sont les économies financières (35 %), la faible consommation d'énergie (26 %) et le chauffage plus rapide (23 %). Les acteurs du marché ont somme toute la même perception que les participants en ce qui concerne les appareils à infrarouge. Les économies d'énergie, le confort et l'efficacité énergétique de ces appareils sont les principaux avantages perçus par les acteurs.

Les participants perçoivent peu de désavantages liés aux appareils à infrarouge. Les principaux désavantages mentionnés par les participants sont une mauvaise dispersion de la chaleur (13 %), par exemple lors de l'ouverture des portes extérieures et l'intensité de la chaleur qui est dirigée directement sous l'appareil (11 %). Il est important de noter que plus de la moitié des participants (57 %) ne voient aucun désavantage aux appareils ou ne sont pas en mesure de les nommer. Quant aux acteurs du marché, ceux-ci perçoivent que les deux principaux désavantages sont liés à l'espace requis lors de l'installation de l'appareil à infrarouge, soit la hauteur requise du plafond et la nécessité de respecter le dégagement nécessaire lorsqu'il y a une présence de matières combustibles.

Tableau 5 : Perception des participants envers les appareils à infrarouge (n=84)

Principaux avantages	Total*	Principaux désavantages	Total*
Meilleur confort	46 %	Ne voit aucun désavantage/ne sait pas	57 %
Économies financières	35 %	Mauvaise dispersion de la chaleur	13 %
Consomme moins d'énergie	26 %	Intensité de la chaleur directement sous l'appareil	11 %
Chauffage plus rapide	23 %	*Mentions multiples – Le tableau présente les principales mentions.	
*Mentions multiples – Le tableau présente les principales mentions.			

3.1.6 Satisfaction à l'égard du volet, de l'appareil et du montant d'aide financière

Les participants au volet d'appareils à infrarouge d'Énergir se disent globalement satisfaits du volet en lui accordant une note moyenne de 8,8 sur 10⁶. Le volet a rejoint les attentes de plusieurs participants et dans l'ensemble, leur participation s'est bien déroulée (« *je suis très satisfait, tout a bien été et ce n'était pas compliqué* »). D'autres participants ont aussi mentionné l'excellent service reçu par Énergir ou l'installateur (« *le service est complet, très bon service* »). Le niveau de satisfaction des acteurs du marché envers le volet est positif dans son ensemble, avec une note moyenne de satisfaction de 7,9 sur 10. Ils soulignent notamment la simplicité du volet (« *Programme facile d'utilisation, documentation pas compliquée* »).

La satisfaction envers les appareils à infrarouge est très élevée chez les participants, avec une moyenne de 9,0 sur 10. Les participants sont satisfaits des économies d'énergie générées par leur appareil de chauffage infrarouge et de son efficacité. Le niveau de confort que procure ce type d'appareil est grandement apprécié des participants et est perçu comme étant l'un des principaux avantages, autant par les participants (« *toute la pièce de travail est plus chaude ainsi que les outils de travail* ») que par les acteurs du marché. D'ailleurs, la majorité des participants (79 %) ont noté une amélioration de leur confort à la suite de l'installation d'un appareil à infrarouge.

En ce qui concerne l'aide financière offerte par Énergir dans le cadre du volet PE215, la satisfaction des participants est un peu plus faible, quoique positive, avec une moyenne de 7,7 sur 10. Certains participants considèrent que le montant de la subvention pourrait être plus élevé. Du côté des acteurs du marché, ils ont accordé une note moyenne de satisfaction de 7,6 sur 10 à l'égard de la méthode d'établissement de l'aide financière. Certains acteurs du marché sont insatisfaits en raison d'un risque potentiel de surdimensionnement des appareils installés (2 mentions) et de l'absence de considération de certains critères (2 mentions), tels que l'efficacité ou l'émissivité des appareils.

La figure ci-dessous résume les notes de satisfaction moyennes fournies par les participants au volet.

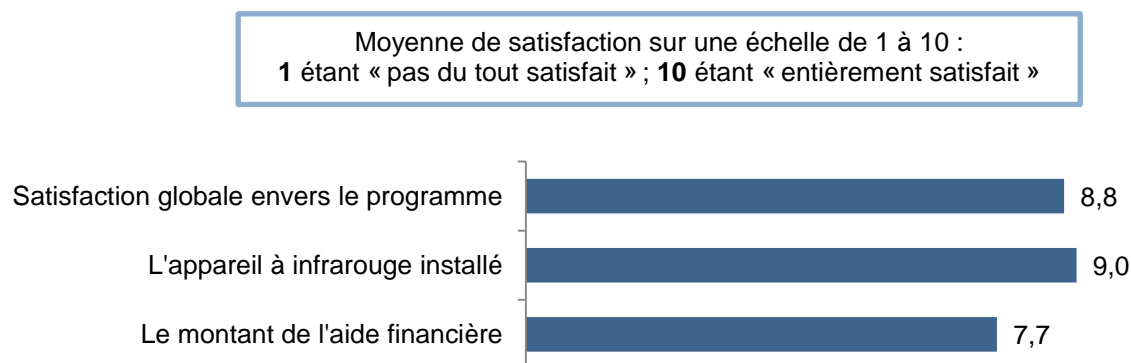


Figure 10 : Satisfaction des participants envers le volet PE215 (n=84)

⁶ Selon une échelle de 1 à 10, où 1 signifie "Pas du tout satisfait" et 10 "Entièrement satisfait".

3.1.7 Barrières à la participation et à la pénétration des appareils à infrarouge

La majorité des participants se disent peu préoccupés par les aspects administratifs relatifs au volet (formulaires de participation, délais pour recevoir l'aide financière). Seule la possibilité de ne pas réaliser les économies d'énergie prévues était une préoccupation importante au moment de considérer la participation au volet.

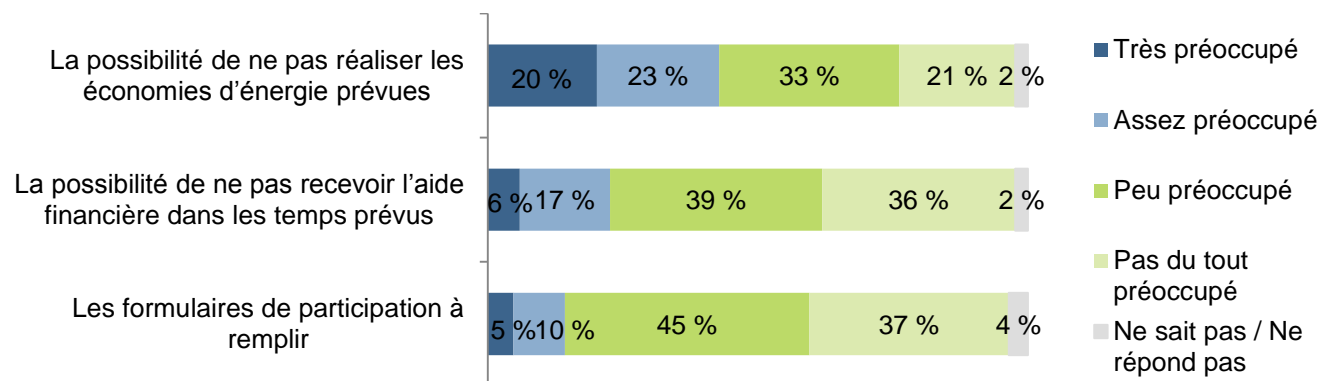


Figure 11 : Niveau de préoccupation des participants quant à leur participation au volet PE215 (n=84)

Comme l'indique la Figure 12, les principales préoccupations des participants se situent au moment de considérer l'acquisition d'un appareil à infrarouge. Le coût total pour l'achat et l'installation de l'appareil ainsi que la capacité de chauffage étaient deux préoccupations importantes des participants. Les acteurs du marché sont du même avis que les participants. Selon eux, chez les clients, le principal frein à l'acquisition d'un appareil à infrarouge est les coûts. La hauteur nécessaire pour l'installation ainsi que le manque d'éducation sur cette technologie sont aussi d'importants freins mentionnés par les acteurs du marché. D'ailleurs, éduquer et promouvoir sont les premières actions proposées à Énergir par les acteurs du marché, lorsqu'interrogés sur ce qui pourrait inciter les clients à installer davantage d'appareils à infrarouge.

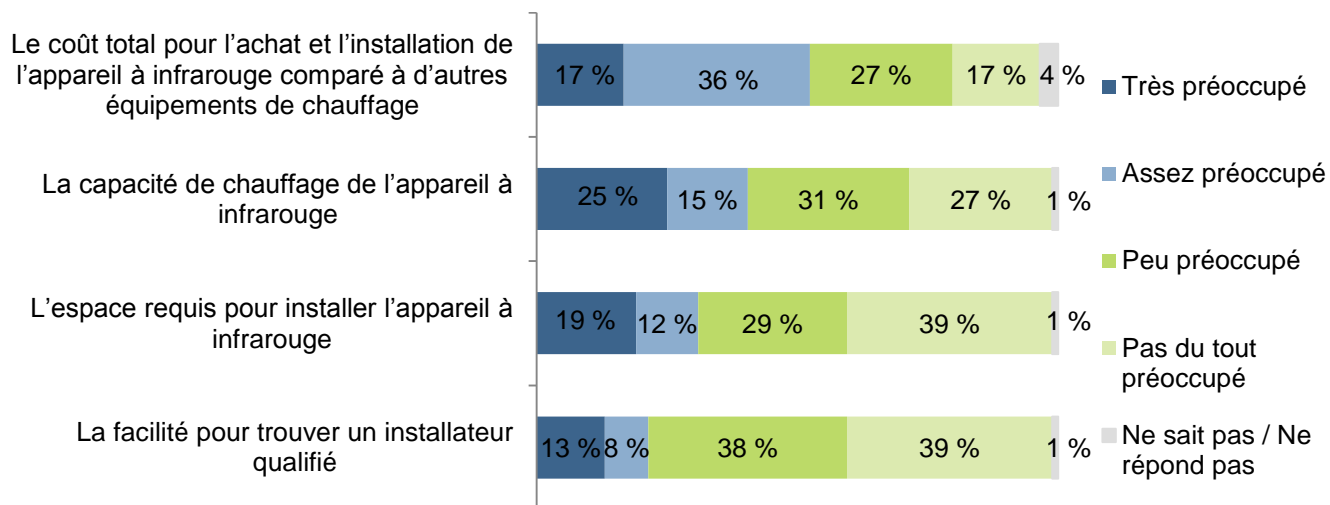


Figure 12 : Niveau de préoccupation des participants quant à l'installation d'un appareil à infrarouge (n=84)

3.1.8 État du marché et potentiel résiduel

Dans le cadre de cette évaluation, Econoler a analysé diverses données recueillies par Énergir afin d'évaluer la pénétration des appareils de chauffage infrarouge dans les marchés CII et VGE et ainsi le potentiel résiduel lié au volet PE215. Les données de ventes⁷ d'Énergir constituent les données disponibles les plus précises relativement au nombre total d'appareils installés.

Pour estimer le marché potentiel total pour les appareils à infrarouge, Econoler a analysé le nombre total d'appareils installés chez les clients CII et VGE pour la période évaluée. Le marché potentiel total tient compte à la fois du nombre d'appareils à infrarouge et du nombre d'aérothermes, puisque les deux types de systèmes s'installent dans le même marché cible. En effet, l'aérotherme est généralement le type de système de chauffage installé si le client ne souhaite pas installer un appareil à infrarouge.

Ainsi, pour estimer le marché potentiel des appareils à infrarouge pour la période évaluée, Econoler a additionné le nombre d'aérothermes et le nombre d'appareils à infrarouge installés par les clients d'Énergir, et a ensuite soustrait le nombre d'aérothermes à condensation installés. Les aérothermes à condensation constituent une technologie très efficace et Énergir encourage son installation par le biais du volet PE225 – Aérothermes à condensation.

Comme indiqué au Tableau 6, le marché potentiel totalise 9 899 appareils pour les années financières 2014-2015 à 2016-2017. De ce nombre, 1 730 appareils à infrarouge ont été installés sous l'influence du volet PE215, ce qui représente 17 % des installations. Ce résultat démontre un potentiel résiduel élevé pour le volet d'appareils à infrarouge d'Énergir.

⁷ Les données de ventes par appareil ont été compilées par Énergir à partir de différentes bases de données.

Sans le volet PE215, le taux de pénétration de ce type d'appareil serait encore plus faible, puisque la majorité des acteurs du marché interrogés sont d'avis que le nombre d'appareils à infrarouge installés par les clients diminuerait si le volet PE215 d'Énergir se terminait. Comme discuté à la section 3.1.7, le coût d'achat et d'installation est l'une des principales barrières à l'acquisition d'appareils à infrarouge; l'aide financière accordée par Énergir permet donc d'influencer la décision d'installer ce type d'équipement.

Tableau 6 : Taux de pénétration

	2014-2015	2015-2016	2016-2017	Total
A) Nombre d'installations potentielles (a+b-c)	3 189	3 338	3 372	9 899
a) Aérothermes installés chez les clients CII et VGE	2 504	2 698	2 806	8 008
b) Appareils à infrarouge installés chez les clients CII et VGE	730	736	749	2 215
c) Aérothermes à condensation installés dans le cadre du volet PE225 ⁸	45	96	183	324
B) Nombre d'appareils à infrarouge installés sous l'influence du volet (d+e+f)	655	493	582	1 730
d) Appareils à infrarouge installés dans le cadre du volet PE215	654	491	579	1 724
e) Appareils à infrarouge installés hors volet (entraînement) ⁹	0	0	1	1
f) Appareils à infrarouge installés hors volet (bénévolat) ¹⁰	1	2	2	5
Taux de pénétration du volet (B/A)	21 %	15 %	17 %	17 %

Les données de ventes d'Énergir ont également été analysées par secteur d'activité. Le secteur de la nouvelle construction, qui est le plus adapté à l'installation d'appareils à infrarouge selon les acteurs du marché interrogés, est également celui où il s'installe le plus d'appareils à infrarouge. En effet, parmi les 2 215 appareils à infrarouge installés chez les clients CII et VGE, 43 % l'ont été dans le secteur de la nouvelle construction.

⁸ Selon les intervenants du marché interrogés en 2016 dans le cadre de l'évaluation du volet PE225, 100 % des aérothermes à condensation installés dans le marché ont reçu une subvention d'Énergir.

⁹ La section 3.5.2 révèle qu'un seul participant, à la suite de sa participation au volet, a installé un appareil à infrarouge sans avoir fait de demandes d'aide financière, et ce, grâce à l'influence du volet.

¹⁰ Un taux de bénévolat de 0,9 % a été obtenu pour le volet PE215 dans une étude des effets de bénévolat des programmes du PGEÉ réalisée par Énergir en 2018. Pour obtenir le nombre de bénévoles pour chacune des années couvrant la période évaluée, Econoler a multiplié la différence entre les installations totales et les installations faites dans le cadre du volet par 0,9 %.

Le faible taux de pénétration des appareils à infrarouge chez les clients CII et VGE indique toutefois qu'il reste un important potentiel résiduel, et ce, même dans les nouvelles constructions où leur installation est plus fréquente. Selon la plus récente étude de potentiel technico-économique (PTÉ)¹¹, le potentiel de cette mesure au cours des cinq prochaines années est de 7,5 Mm³ de gaz naturel dans les secteurs commerciaux et institutionnels (excluant le secteur industriel¹²).

Interrogés sur les pistes pour améliorer la pénétration des appareils à infrarouge, les acteurs du marché ont proposé l'éducation et la promotion comme premières actions à prendre (13 mentions). Augmenter les aides financières est la deuxième action proposée (10 mentions).

« L'infrarouge est encore inconnu, ses avantages, applications possibles, façons de l'intégrer, restent à connaître pour la plupart. » (Distributeur)

« Le client pense au coût d'énergie, mais c'est dur de lui expliquer le payback. Ça prend donc plus d'énergie dans l'éducation et la formation aux clients. » (Installateur)

3.2 Base de données du volet

Le contenu de la base de données du volet PE215 a été révisé. Cette base de données est un extrait du système de suivi des demandes d'aide financière utilisé par Énergir.

Une analyse approfondie a permis de conclure que la base de données est cohérente et qu'elle contient les principaux champs nécessaires au suivi du volet et à son évaluation, quoique certaines améliorations soient possibles. La base de données comprend, entre autres, les informations relatives aux demandes d'aide financière reçues durant les trois années financières concernées par l'évaluation, notamment le numéro de dossier unique, le numéro du contrat de facturation du participant, le montant d'aide financière, le nombre d'appareils à infrarouge installés et les informations sur le lieu d'installation des appareils. Ces informations sont présentes dans la base de données pour la totalité des dossiers. Cependant, le numéro de téléphone des entreprises est manquant dans 11 % des dossiers. De plus, aucune information sur les personnes à contacter dans les entreprises participantes n'est disponible dans la base de données. Il est conseillé de recueillir et de saisir le nom et le numéro de téléphone d'une personne-ressource pour chaque entreprise participante afin de soutenir les activités liées à l'évaluation du volet ou à d'autres études auprès des participants.

¹¹ R —3987-2016, pièce B-0133, Gaz Métro - 13, Document 2, p. 32.

¹² Selon l'étude du PTÉ, dans le secteur industriel, la contribution de plusieurs sources d'énergie pour chauffer l'eau et produire la vapeur utilisée pour différents usages de chauffage de bâtiment ou d'énergie thermique pour le procédé ne permet pas d'attribuer des mesures d'économies à des sources précises d'énergie.

Les informations sur l'appareil installé sont présentes dans la base de données. Le numéro de modèle de l'appareil et le nom du distributeur se trouvent maintenant dans deux champs distincts, contrairement à la précédente évaluation de 2012, où ces deux informations apparaissaient dans un même champ. Cet ajustement facilite l'analyse en fonction des numéros des modèles. Pour certaines variables sur le type d'appareil (basse ou haute intensité et nombre de stages), l'information n'était pas disponible directement dans la base de données, ce qui a demandé certaines recherches de la part d'Econoler.

Le type d'installation indiquant s'il s'agit d'un ajout, d'un remplacement d'un équipement existant ou d'une conversion au gaz naturel est disponible dans la majorité des cas. L'information concernant les installateurs partenaires certifiés en gaz naturel d'Énergir (PCGN) est également disponible dans la base de données, sauf pour les non-PCGN. Les dates d'installation et de réception du formulaire F-940 (document de déclaration de travaux) sont disponibles pour la majorité des dossiers présentés dans la base de données, alors que la date d'inspection de l'installation, qui serait utile à l'évaluation, est quant à elle absente.

En somme, outre les quelques possibilités d'amélioration précisées par Econoler dans les paragraphes précédents, la base de données du volet est dans l'ensemble claire, facile à utiliser et remplie avec rigueur.

3.3 Caractérisation des appareils à infrarouge installés

Cette section présente les caractéristiques des appareils à infrarouge installés dans le cadre du volet. Ces données sont principalement issues de la documentation technique sur les appareils de chauffage infrarouge, de la base de données du volet et d'une recherche Internet.

Types d'appareils installés

Il existe deux principaux types d'appareils de chauffage infrarouge : les appareils à basse intensité et les appareils à haute intensité. Leur fonctionnement est essentiellement le même, mais les appareils de chauffage à haute intensité utilisent des matériaux, tels que les céramiques, pouvant résister à des températures de fonctionnement plus élevées. Selon les analyses d'Econoler, 84 % des appareils installés dans le cadre du volet PE215 sont à basse intensité, alors que 16 % sont à haute intensité.

Les appareils à basse intensité sont parfois équipés de contrôles qui permettent deux niveaux de capacités (2 stages). L'information sur le nombre de stages des appareils à basse intensité n'étant pas disponible dans la base de données du volet, Econoler a effectué une recherche afin de déterminer le nombre de stages des appareils les plus fréquents de la base de données. Les modèles recherchés représentaient environ 80 % des appareils installés dans le cadre du volet PE215, cependant l'information sur le type d'appareil n'a pu être trouvée que pour 63 % des appareils installés. Parmi les modèles dont l'information était disponible, 96 % des appareils étaient à un stage.

Tableau 7 : Types d'appareils infrarouges installés

Intensité	Proportion	Nombre de stages	Proportion	Proportion globale
Basse intensité	84 %	1 stage	96 %	81 %
		2 stages	4 %	3 %
Haute intensité	16 %	-	-	16 %

Capacité des appareils installés

La répartition des capacités des appareils à infrarouge est présentée à la Figure 13. La majorité des appareils ont une capacité se situant entre 100 et 200 kBtu/h (qu'il s'agisse d'appareils à basse ou à haute intensité). En moyenne, les appareils à infrarouge installés dans le cadre du volet ont une capacité de 150 kBtu/h.

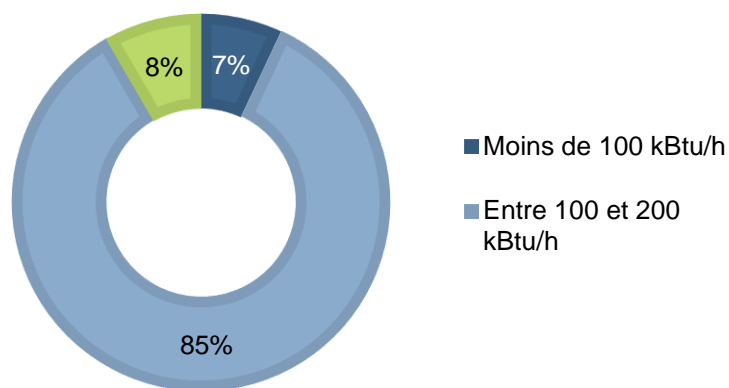


Figure 13 : Capacité des appareils à infrarouge installés

Efficacité des appareils installés

Le gain énergétique associé à un appareil de chauffage infrarouge provient essentiellement du fait qu'il produit une chaleur radiante, permettant de chauffer directement les objets plutôt que l'air ambiant. Ainsi, la notion d'efficacité est de moindre importance pour les appareils de chauffage infrarouge par rapport aux appareils de chauffage conventionnel.

L'efficacité thermique des appareils à infrarouge est rarement documentée dans les fiches techniques ou dans les informations fournies par les fabricants. L'efficacité radiante est également rarement spécifiée. Parmi les modèles les plus fréquemment installés par les participants, aucun ne présentait ces efficacités. Par conséquent, l'information ne peut pas être saisie dans la base de données.

3.4 Impact énergétique brut

L'évaluation de l'impact énergétique brut du volet PE215 vise à réviser le gain énergétique unitaire moyen des appareils de chauffage infrarouge installés dans le cadre du volet. Le gain énergétique actuellement utilisé dans le suivi interne d'Énergir a été établi lors la dernière évaluation du volet en 2012 au moyen d'une revue de littérature. Une valeur de 0,0159 m³/Btu/h a été retenue, soit celle utilisée par Enbridge dans son Demand Side Management (DSM) Plan pour l'année 2012.

Pour réviser ce gain énergétique, Econoler a passé en revue les plus récentes études et rapports d'évaluation qui concernent les appareils de chauffage infrarouge. Les gains énergétiques présentés dans chaque ouvrage ont été étudiés pour bien comprendre comment ils ont été établis. Econoler a principalement analysé les éléments suivants :

- › La méthode de calcul utilisée;
- › Les caractéristiques de l'appareil de chauffage infrarouge;
- › Les caractéristiques de l'appareil de chauffage conventionnel (base de référence);
- › Le type d'application;
- › Le type de bâtiment.

Le tableau qui suit résume les résultats de la revue de littérature des gains énergétiques associés aux appareils de chauffage infrarouge.

Tableau 8 : Revue des gains énergétiques des appareils à infrarouge

Juridiction	Distributeur/ Utilité	Base de référence	Système infrarouge	Type de bâtiment	Détails sur la méthodologie	Gain énergétique	
						1 stage et haute intensité	2 stages
Québec	Énergir	Aérotherme standard (efficacité non spécifiée)	Capacité jusqu'à 255 000 Btu/h Type non spécifié Efficacité non spécifiée	Bâtiments existants et nouvelles constructions	Gain correspondant à la valeur utilisée par Enbridge dans son DSM Plan pour l'année 2012 et basé sur une étude réalisée par la firme Agviro	0,0159 m ³ /Btu/h	
Ontario ¹³	Enbridge et Union Gas	Aérotherme standard (efficacité de 80 %)	Capacité de moins de 300 000 Btu/h Basse intensité (1 stage, 2 stages) et haute intensité Efficacité de 82 %	Bâtiments existants et nouvelles constructions (avec gains distincts)	Gain directement proportionnel avec les heures de fonctionnement à pleine charge, basé sur un facteur de compensation de 85 % pour 1 stage ou haute intensité et 83 % pour 2 stages	Existant : 0,01152 m ³ /Btu/h NC : 0,00864 m ³ /Btu/h	Existant : 0,01315 m ³ /Btu/h NC : 0,00986 m ³ /Btu/h
New Jersey ¹⁴	New Jersey's Clean Energy	Aérotherme standard (efficacité de 78 %)	Capacité, type et efficacité non spécifiés	Non spécifié	Calcul directement proportionnel avec les heures de fonctionnement à pleine charge, basé sur un facteur de compensation de 80 %	Calculé au cas par cas	
Minnesota ¹⁵	Minnesota Energy Resources	Base de référence non spécifiée	Capacité non spécifiée Type basse intensité Efficacité non spécifiée	Bâtiments existants et nouvelles constructions	Calcul directement proportionnel avec les heures de fonctionnement à pleine charge, basé sur un facteur de réduction de température de 10 °F	Calculé au cas par cas	
Connecticut ¹⁶	Connecticut Light and Power Company	Aérotherme standard (efficacité de 80 %)	Capacité non spécifiée Type basse intensité Efficacité non spécifiée	Non spécifié	Calcul directement proportionnel avec les heures de fonctionnement à pleine charge, basé sur un facteur d'économies de 25 %	Calculé au cas par cas	

¹³ Enbridge and Union Gas, *Ontario Natural Gas Demand Side Management Technical Reference Manual*, Version 2.0, December 22, 2017.

¹⁴ New Jersey Board of Public Utilities, *New Jersey Clean Energy Program Protocols to Measure Resources Savings*, May 31, 2016.

¹⁵ Minnesota Department of Commerce Division of Energy Resources, *State of Minnesota Technical Reference Manual for Energy Conservation Improvement Programs*, Version 2.1, December 15, 2016.

¹⁶ Connecticut Light and Power Company, *Connecticut Program Savings Documentation for 2012 Program Year*, September 26, 2011.

Juridiction	Distributeur/ Utilité	Base de référence	Système infrarouge	Type de bâtiment	Détails sur la méthodologie	Gain énergétique	
						1 stage et haute intensité	2 stages
Illinois ¹⁷	Nicor Gas	Aérotherme standard (efficacité non spécifiée)	Capacité non spécifiée Type basse intensité Efficacité non spécifiée	Non spécifié	Estimation	451 Therms	
Massachusetts ¹⁸	Massachusetts Electric and Gas	Aérotherme standard (efficacité de 80 %)	Capacité non spécifiée Type basse intensité Efficacité non spécifiée	Non spécifié	Gain moyen basé sur du mesurage	12 MMBtu/h	
Ohio ¹⁹	Columbia Gas	Système de chauffage à convection (efficacité non spécifiée)	Capacité, type et efficacité non spécifiés	Non spécifié	Gain obtenu par modélisation	11,4 MMBtu/h	
Maine ²⁰	Efficiency Maine	Aérotherme standard (efficacité de 80 %)	Toutes les capacités Type basse intensité Efficacité non spécifiée	Bâtiments existants et nouvelles constructions	Calcul directement proportionnel avec les heures de fonctionnement à pleine charge, basé sur le ratio de l'efficacité de l'appareil infrarouge par rapport à l'efficacité de référence	Calculé au cas par cas	

¹⁷ Illinois Statewide, *Technical Reference Manual for Energy Efficiency- Volume 2: Commercial and Industrial Measures*, Version 6.0, February 8, 2017.

¹⁸ Mass Save, *Massachusetts Technical Reference Manual for Estimating Savings from Energy Efficiency Measures*, 2016-2018 Program Years - Plan Version, October 2015.

¹⁹ Vermont Energy Investment Corporation, *State of Ohio Energy Efficiency Technical Reference Manual*, August 6, 2010.

²⁰ Efficiency Maine, *Commercial Technical Reference Manual*, Version 2016.1, July 1, 2015.

3.4.1 Méthodologie de calcul

Bien que la revue de littérature présente certaines différences dans les méthodes de calcul utilisées pour établir le gain énergétique des appareils à infrarouge, quatre juridictions (l'Ontario, le New Jersey, le Minnesota et le Connecticut) utilisent un facteur appliqué à une consommation de chauffage qui est établie à partir des heures de fonctionnement à pleine charge d'un appareil de chauffage conventionnel. Les économies de gaz naturel proviennent du fait que les appareils à infrarouge chauffent directement les objets à partir de chaleur radiante, diminuent la stratification de l'air et augmentent ainsi le confort des occupants par rapport à des systèmes de chauffage conventionnels, faisant ainsi diminuer les heures de fonctionnement équivalentes à pleine charge de l'appareil conventionnel.

Le facteur utilisé par trois des quatre juridictions mentionnées correspond à un facteur de compensation basé sur des données de l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Ce facteur est souvent utilisé pour le dimensionnement des appareils à infrarouge, de façon à diminuer la capacité installée par rapport à celle d'un appareil de chauffage conventionnel, pour obtenir le même niveau de confort dans la pièce.²¹ Pour la quatrième juridiction, le facteur utilisé est calculé à partir d'une diminution de température.

Dans tous les cas, il est estimé que la technologie infrarouge consomme moins d'énergie qu'un appareil de chauffage conventionnel pour répondre aux mêmes besoins de chauffage. De plus, bien que l'émissivité des matériaux et l'efficacité radiante soient parfois mentionnées comme facteurs influençant l'efficacité des appareils de chauffage infrarouge, aucune des études répertoriées ne les utilise dans leur méthodologie de calcul de gain énergétique.

Ainsi, comme le présente l'équation ci-dessous, Econoler propose de calculer le gain énergétique des appareils à infrarouge installés dans le cadre du volet PE215 en utilisant un facteur de compensation appliqué à une consommation de chauffage qui est établie à partir des heures de fonctionnement à pleine charge d'un appareil de chauffage conventionnel. Cette équation correspond à celle présentée dans le plus récent Technical Resource Manual (TRM) de l'Ontario. La méthode de calcul est également très similaire à celle utilisée par le New Jersey.

$$\text{Gain énergétique} \left(\frac{m^3}{Btu/h} \right) = \left(\frac{\%Eff_{IR}}{\%Eff_{conv} \times \text{Facteur}} - 1 \right) \times \frac{\left(\frac{\text{Heures}}{\text{an}} \right)}{35\,915 \frac{Btu}{m^3}}$$

²¹ Space Ray, *Infrared Heating Engineering Manual*.



Où :

- › Gain énergétique, en $\text{m}^3/\text{Btu}/\text{h}$, correspond à l'économie de gaz naturel par capacité installée de l'appareil à infrarouge;
- › $\% \text{Eff}_{\text{IR}}$ correspond à l'efficacité thermique de l'appareil à infrarouge;
- › $\% \text{Eff}_{\text{Conv}}$ correspond à l'efficacité thermique de l'appareil de chauffage conventionnel (base de référence);
- › Facteur, en pourcentage, correspond au facteur de compensation;
- › Heures/an correspondent aux heures de fonctionnement de l'appareil de chauffage conventionnel.

Econoler s'est également penchée sur les différents types d'appareils à infrarouge répertoriés dans la littérature afin de déterminer si certaines distinctions devraient être faites dans le calcul du gain énergétique. Les appareils à haute intensité étant moins répandus, quelques juridictions présentent un gain propre à la basse intensité, tandis que d'autres ne spécifient pas le type d'appareil. Seul l'Ontario calcule deux gains énergétiques différents selon le type d'appareil à infrarouge, soit un gain pour les appareils à basse intensité 1 stage et les appareils à haute intensité, et un autre gain pour les appareils à basse intensité 2 stages. C'est le facteur de compensation qui a été ajusté pour les appareils de type 2 stages de sorte que ces appareils obtiennent un gain unitaire légèrement plus élevé. Cependant, cette valeur est peu appuyée, car aucune étude n'a mesuré ou analysé en profondeur l'effet du nombre de stages pour les appareils de chauffage infrarouges à basse intensité. En l'absence d'étude sur le sujet et afin de demeurer conservateur dans les calculs d'économies, Econoler a décidé de continuer d'utiliser un seul gain unitaire pour tous les appareils de chauffage infrarouge installés dans le cadre du volet PE215. De plus, comme mentionné à la section 3.3, la grande majorité des unités installées demeure des appareils à basse intensité de 1 stage.

3.4.2 Paramètres

Le tableau qui suit présente la valeur utilisée pour chacun des paramètres de l'équation du gain unitaire, suivi d'une explication détaillée.

Tableau 9 : Paramètres utilisés dans le calcul du gain unitaire

Paramètre	Valeur	Source
Efficacité thermique de l'appareil à infrarouge (%Eff _{IR})	82 %	TRM de l'Ontario, basé sur un rapport d'évaluation des programmes commerciaux et industriels du Massachusetts réalisé par KEMA ²²
Efficacité thermique de l'appareil de chauffage conventionnel (%Eff _{Conv})	80 %	Efficacité d'un aérotherme standard utilisée par la plupart des juridictions répertoriées dans la revue de littérature et confirmée en entrevues par les acteurs du marché
Facteur de compensation	85 %	TRM de l'Ontario, essentiellement basé sur trois sources (une étude réalisée par la firme Agviro ²³ , l'ASHRAE Handbook ²⁴ et une étude de cas réalisée par Buckley et Steel pour l'ASHRAE ²⁵)
Heures de fonctionnement de l'appareil de chauffage conventionnel	1 400 h/an	Rapport d'évaluation du volet PE225 – Aérothermes à condensation ²⁶ (analyse de données de facturation)

Efficacité thermique de l'appareil à infrarouge

L'efficacité thermique des appareils de chauffage infrarouge est rarement documentée. Cette information ne figurait pas dans les fiches techniques des modèles les plus fréquents dans la base de données du volet. Econoler a donc choisi d'utiliser une efficacité thermique moyenne de 82 % provenant de la littérature. Il s'agit de la valeur utilisée dans le TRM de l'Ontario qui a été calculée par une analyse des propriétés physiques de la combustion du gaz naturel, les températures minimales et maximales théoriques du tube de chauffage à basse intensité ainsi que d'autres facteurs²⁷. Lorsque les fabricants en font mention, une efficacité thermique de 82 % semble être le minimum requis pour les appareils de chauffage infrarouge. Il est important de mentionner que l'efficacité thermique des appareils à infrarouge ne contribue que très minimalement au gain énergétique. C'est le facteur de compensation qui est l'élément central du calcul.

²² KEMA, *Project 15 Prescriptive Gas – Final Program Evaluation Report*, p. 65, 2014.

²³ Agviro Inc., *Assessment of Average Infrared Heating Savings*, Ontario, October 2004.

²⁴ ASHRAE, *HVAC Systems and Equipment, Chapter 16*, page 1, 2012.

²⁵ N. Buckley et T. Steel, *Case Studies Support Adjusting Heat Loss Calculations When Sizing Gas-Fired, Low Intensity, Infrared Equipment*, page 1857, présenté dans l'*ASHRAE Transaction, 1848-1858*, 1988.

²⁶ Econoler, *Rapport d'évaluation du programme PE225 – Aérothermes à condensation*, Rapport préparé pour Gaz Métro, décembre 2016.

²⁷ KEMA, *Project 15 Prescriptive Gas – Final Program Evaluation Report*, p. 65, 2014.

Efficacité thermique de l'appareil de chauffage conventionnel

La plupart des juridictions répertoriées utilisent un aérotherme standard comme système de chauffage conventionnel (base de référence). C'est d'ailleurs ce que les acteurs interrogés au cours de cette évaluation considèrent comme étant la technologie de référence dans le marché québécois. En effet, tous les acteurs du marché interrogés ont mentionné l'aérotherme comme étant le type de système de chauffage qui aurait le plus de chance d'être installé si le client avait souhaité installer un appareil de chauffage conventionnel plutôt qu'un appareil à infrarouge.

L'efficacité thermique des aérothermes, lorsque précisée dans la littérature, est de 80 %. Une efficacité de référence de 80 % est d'ailleurs utilisée dans le plus récent rapport²⁸ d'évaluation du volet d'aérothermes à condensation d'Énergir.

Facteur de compensation

Lors de la revue de littérature, Econoler a constaté que le facteur utilisé dans le calcul du gain unitaire correspondait souvent à un facteur de compensation provenant de diverses données et études de l'ASHRAE. Dans son TRM, l'Ontario utilise un facteur de compensation de 85 % pour les appareils à infrarouge de type basse intensité 1 stage, ce qui représente la technologie la plus souvent installée dans le cadre du volet PE215. Le TRM cite trois sources principales pour ce facteur de 85 %, soit l'étude de la firme ontarienne Agviro réalisée pour l'ASHRAE qui stipule que la capacité à pleine charge d'un appareil à infrarouge correspond à 85 % de la capacité d'un appareil de chauffage conventionnel, l'ASHRAE Handbook qui affirme que les économies des appareils à infrarouge sont d'au moins 15 % et une étude de cas de l'ASHRAE qui donne des économies de 15 à 20 %. Ces mêmes études étaient souvent celles citées par les autres juridictions pour appuyer leur calcul d'économies d'énergie des appareils à infrarouge. Econoler n'a référencé aucun autre document fiable se penchant sur les économies d'énergie des appareils à infrarouge. Puisqu'il provient de diverses sources et qu'il demeure conservateur, le facteur de compensation de 85 % utilisé par l'Ontario est jugé adéquat.

²⁸ Econoler, *Rapport d'évaluation du programme PE225 – Aérothermes à condensation*, Rapport préparé pour Gaz Métro, décembre 2016.

Heures de fonctionnement

Les heures annuelles de fonctionnement utilisées par plusieurs juridictions pour calculer des consommations de chauffage correspondent bien souvent à des valeurs théoriques, établies en fonction des degrés-jours de chauffage pour une zone climatique donnée. Or, Econoler a déjà estimé les heures de fonctionnement d'appareils de chauffage au gaz à partir de données réelles de consommation pour le Québec. Cet exercice a été fait dans le cadre de l'évaluation du volet d'aérothermes à condensation d'Énergir (volet PE225)²⁹. À l'aide d'une analyse de données de facturation, une moyenne d'heures annuelles de fonctionnement de 1 218 heures a été établie pour les aérothermes à condensation³⁰. Cependant, ces heures de fonctionnement sont inférieures aux heures de fonctionnement associées à un aérotherme standard en raison de l'efficacité supérieure (92 % par rapport à 80 %) des aérothermes à condensation. Par conséquent, les heures annuelles de fonctionnement à utiliser dans l'équation du gain unitaire, soit celles d'un aérotherme standard, peuvent être déduites à partir de l'équation ci-dessous :

$$\left(\frac{\text{Heures}}{\text{an}}\right)_{\text{Aéro Conv}} = \left(\frac{\text{Heures}}{\text{an}}\right)_{\text{Aéro Cond}} \times \frac{\%Eff_{Cond}}{\%Eff_{Std}} = 1\,218 \frac{h}{\text{an}} \times \frac{92\%}{80\%} = 1\,400 \frac{h}{\text{an}}$$

Econoler a également effectué une revue de littérature afin de se renseigner sur les heures de fonctionnement à pleine charge utilisées par d'autres juridictions dans leurs calculs de gain énergétique pour des appareils à infrarouge. Le tableau suivant démontre les différentes valeurs utilisées ainsi que la provenance de ces valeurs.

²⁹ Econoler, *Rapport d'évaluation du programme PE225 – Aérothermes à condensation*, Rapport préparé pour Gaz Métro, décembre 2016.

³⁰ Il est à noter qu'un faible nombre de participants (n=11) a pu être inclus dans la démarche de quantification des heures annuelles de fonctionnement du volet PE225. La valeur obtenue lors de l'analyse de facturation a tout de même été retenue, car elle est basée sur des données de consommation réelles, qui ont été directement fournies par Énergir pour les participants au volet, tandis que les valeurs des juridictions se basaient sur des hypothèses théoriques. Une analyse de régression à partir des données de facturation des participants, jumelées aux informations obtenues sur les capacités et l'efficacité de l'équipement, est souvent l'approche recommandée dans les protocoles d'évaluation.

**Tableau 10 : Heures de fonctionnement à pleine charge utilisées pour le calcul du gain unitaire d'appareils de chauffage infrarouge**

Juridiction	Distributeur/Utilité	Heures de fonctionnement à pleine charge (h/an)	Provenance de la valeur des heures
Ontario	Enbridge et Union Gas ³¹	1 500 pour la NC et 2 000 pour l'existant	Hypothèses
Minnesota	Minnesota Energy Resources ³²	1 144 à 2 561	Modélisation et données sur site
Connecticut	Connecticut Light and Power Company ³³	1 140 à 1 519	Hypothèses
Maine	Efficiency Maine ³⁴	1 600	Hypothèse

Plusieurs juridictions présentent des heures de fonctionnement plus élevées que la valeur de 1 400 h/an obtenue à partir de l'analyse de facturation réalisée dans le cadre de l'évaluation du volet d'aérotherme à condensation. Cependant, ces dernières sont basées sur des données théoriques et sont souvent utilisées pour divers calculs d'économies associées à d'autres appareils de chauffage comme des chaudières. Le Massachusetts présente des heures de fonctionnement beaucoup plus faibles, basées sur du mesurage d'appareils à infrarouge. Le Connecticut présente des heures de fonctionnement dans le même ordre de grandeur que celles obtenues par analyse de facturation. Ainsi, Econoler considère adéquat d'utiliser la valeur de 1 400 heures par an, qui provient de données de consommation réelle de participants, incluant un mélange de bâtiments existants et de nouvelles constructions, plutôt que des valeurs provenant d'autres juridictions basées sur des hypothèses théoriques.

3.4.3 Calcul du gain énergétique unitaire brut

En reprenant l'équation et les différents paramètres présentés ci-dessus, le gain énergétique unitaire des appareils de chauffage infrarouge s'élève à 0,00803 m³/Btu/h :

$$\begin{aligned} \text{Gain unitaire} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{Btu/h}} \right) &= \frac{\left(\frac{\text{Heures}}{\text{an}} \right)}{35\,915 \frac{\text{Btu}}{\text{m}^3}} \times \left(\frac{\%Eff_{IR}}{\%Eff_{Réf} \times \text{Facteur}} - 1 \right) = \frac{1\,400 \frac{\text{h}}{\text{an}}}{35\,915 \frac{\text{Btu}}{\text{m}^3}} \times \left(\frac{82\%}{80\% \times 85\%} - 1 \right) \\ &= 0.00803 \frac{\text{m}^3}{\text{Btu/h}} \end{aligned}$$

³¹ Enbridge and Union Gas, *Ontario Natural Gas Demand Side Management Technical Reference Manual*, Version 2.0, December 22, 2017.

³² Minnesota Department of Commerce Division of Energy Resources, *State of Minnesota Technical Reference Manual for Energy Conservation Improvement Programs*, Version 2.1, December 15, 2016.

³³ Connecticut Light and Power Company, *Connecticut Program Savings Documentation for 2012 Program Year*, September 26, 2011.

³⁴ Efficiency Maine, *Commercial Technical Reference Manual*, Version 2014.1, 30 août 2013.

En multipliant par la capacité moyenne des appareils dans la base de données (150 kBtu/h), le gain énergétique obtenu est de 1 205 m³ par appareil.

Ce gain énergétique unitaire est basé sur l'équation et le facteur de compensation utilisés par les distributeurs de gaz naturel ontariens. Avec une équation et des paramètres bien détaillés, la nouvelle méthodologie de calcul utilisée pour cette évaluation est plus transparente et permet d'ajuster certains paramètres en fonction des conditions propres au volet PE215. Notamment, pour ajouter de la précision au calcul, Econoler a choisi d'utiliser des heures de fonctionnement établies à partir de données de consommation réelles de participants. Ainsi, plutôt que d'utiliser des heures de fonctionnement annuelles théoriques de 2 000 heures pour les bâtiments existants et de 1 500 heures pour les nouvelles constructions comme le font Enbridge et Union Gas, Econoler utilise plutôt une valeur annuelle de 1 400 heures, ce qui donne un résultat plus conservateur. C'est principalement l'utilisation de ces heures de fonctionnement qui explique l'importante diminution du gain unitaire par rapport à la valeur utilisée par le suivi interne.

3.5 Impact énergétique net

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 :

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

3.5.1 Taux d'opportunisme

Dans le cas du volet PE215, l'opportunisme se produit lorsque des participants auraient installé des appareils de chauffage infrarouge dans leur bâtiment, et ce, même en l'absence du volet. La mesure de l'opportunisme est basée sur une approche d'auto-évaluation qui consiste à poser aux participants une série de questions lors d'un sondage téléphonique. Le taux d'opportunisme utilisé dans le suivi interne est de 16 %, basé sur le résultat obtenu au cours de la précédente évaluation du volet PE215.

Pour la présente évaluation, un nouveau taux d'opportunisme a été mesuré au moyen du sondage téléphonique réalisé auprès de 84 participants ayant pris part au volet PE215 entre le 1^{er} octobre 2014 et le 30 septembre 2017. La même méthodologie que celle utilisée dans la précédente évaluation a été reprise. Il s'agit de l'approche méthodologique d'évaluation des effets développée en 2010 pour les programmes d'Énergir et approuvée par la Régie de l'énergie³⁵.

³⁵ 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 FEEÉ de Gaz Métro, 7 avril 2010.

La méthodologie a permis de mesurer les six variables suivantes :

- › *La cohérence* : le niveau de connaissance du participant par rapport aux appareils de chauffage infrarouge;
- › *La planification* : l'intention du participant de faire installer un appareil de chauffage infrarouge avant de connaître l'existence du volet;
- › *L'efficacité* : le niveau d'efficacité de l'appareil que le participant avait prévu d'acquérir;
- › *La période d'installation* : le moment auquel le participant aurait installé un appareil de chauffage infrarouge si le volet n'avait pas existé;
- › *La quantité* : la quantité d'appareils visés par le volet que le participant aurait acquis en l'absence du volet;
- › *Le coût* : l'effet de l'aide financière sur la décision d'installer un appareil de chauffage infrarouge.

La méthodologie développée par Énergir a permis de déterminer le taux d'opportunité de chaque participant interrogé en fonction de ses réponses associées à chacune de ces six variables étudiées. Le taux d'opportunité global du volet a ensuite été établi en calculant la moyenne pondérée des taux d'opportunité déterminés pour chaque participant interrogé en fonction des économies d'énergie de chacun.

Le taux d'opportunité mesuré au cours de la période évaluée est de 21 %. À titre comparatif, le taux d'opportunité était de 16 % lors de la dernière évaluation.

Tableau 11 : Taux d'opportunité pour le volet PE215

Volet	Taux d'opportunité
PE215	21 %

3.5.2 Effet d'entraînement

L'effet d'entraînement désigne un participant à un programme qui met en œuvre d'autres mesures visées par le programme sans se prévaloir à nouveau de l'aide offerte. Pour la présente évaluation, l'effet d'entraînement a été calculé à partir des réponses reçues lors d'un sondage auprès des mêmes 84 participants au volet PE215 interrogés pour le taux d'opportunité.

Pour déterminer si un participant a généré des économies par entraînement, il lui a été demandé s'il avait installé d'autres appareils de chauffage infrarouge sans avoir fait de demandes d'aide financière, et ce, grâce à l'influence du volet. Chaque appareil correspondant à ces critères génère des économies « entraînées ». L'effet d'entraînement correspond au ratio des économies « entraînées » sur les économies des appareils installés dans le cadre du volet. Il s'agit de la même méthodologie de calcul de l'effet d'entraînement que celle utilisée lors de la dernière évaluation.

L'effet d'entraînement obtenu pour la période évaluée est négligeable, car un seul participant a installé un appareil à infrarouge à la suite de sa participation. Dans son suivi interne, Énergir utilise un effet d'entraînement de 2 % basé sur les résultats de la dernière évaluation.

Tableau 12 : Effet d'entraînement pour le volet PE215

Volet	Effet d'entraînement
PE215	0 %

3.5.3 Bénévolat

L'effet de bénévolat désigne une personne ou une entreprise qui, influencée par un programme d'efficacité énergétique de son distributeur d'énergie, décide de mettre en œuvre la mesure visée par le programme sans y participer.

En 2018, une étude des effets de bénévolat des programmes du PGEÉ a été réalisée pour le compte d'Énergir. Au cours de cette étude, un sondage auprès de clients non participants des secteurs CII a été réalisé pour identifier ceux qui auraient installé des appareils de chauffage infrarouge sous l'influence du volet PE215, sans toutefois y participer.

Les valeurs de bénévolat estimées en 2018 ont été utilisées pour les fins du présent mandat d'évaluation. Pour le volet PE215, l'effet de bénévolat est 0 m³ par an.

Tableau 13 : Bénévolat pour le volet PE215

Volet	Bénévolat
PE215	0 m ³

3.6 Rentabilité du volet

La rentabilité du volet PE215 a été déterminée en calculant le TCTR. Pour ce faire, le gain unitaire et les paramètres menant à l'impact énergétique net obtenu aux sections précédentes ont été utilisés. La durée de vie et le coût incrémental sont également des paramètres utilisés dans le calcul du TCTR et ont dû être révisés par rapport aux valeurs du suivi interne.

3.6.1 Durée de vie

Le gain énergétique unitaire moyen présenté précédemment a été établi sur une base annuelle. La durée de vie estimée pour les appareils de chauffage infrarouge permet d'établir les économies d'énergie totales générées par ces appareils tout au long de leur vie utile.



La durée de vie utile des appareils de chauffage infrarouge actuellement utilisée par Énergir est de 17 ans pour l'ensemble des appareils admissibles au volet PE215. Afin de réviser cette valeur, Econoler a effectué une revue de littérature et des entrevues auprès des distributeurs et des installateurs.

Le tableau suivant présente les résultats de la revue de littérature pour les appareils de chauffage infrarouge à gaz naturel. Les durées de vie trouvées proviennent de sources de données des études existantes et de données théoriques.

Tableau 14 : Durée de vie utile des appareils à infrarouge

Jurisdiction	Distributeur/Utilité publique	Durée de vie
Québec	Énergir	17 ans
Ontario	Enbridge ³⁶	17 ans
Ontario	Union Gas ³⁷	17 ans
Minnesota	Minnesota Energy Resources ³⁸	15 ans
Illinois	Nicor Gas ³⁹	12 ans
Massachusetts	Mass Save ⁴⁰	17 ans
Ohio	Columbia Gas ⁴¹	15 ans
Rhodes Island	Rhodes Island Gas and Electricity ⁴²	17 ans

La revue de littérature présente des durées de vie de 12 à 17 ans, avec une majorité à 17 ans. Les entrevues réalisées auprès des distributeurs et des installateurs confirment que la valeur de 17 ans est réaliste. En effet, 12 des 14 répondants sont en accord avec cette durée de vie. Parmi les deux répondants qui sont en désaccord, un estime que la durée de vie serait supérieure à 17 ans, alors que l'autre l'estime inférieure. Au vu des données recueillies lors de la revue de littérature et des entrevues avec les distributeurs et les installateurs, la durée de vie de 17 ans pour les appareils de chauffage infrarouge admissibles au volet PE215 est conservée.

³⁶ Enbridge Gas Distribution, *Ontario Natural Gas Demand Side Management Technical Reference Manual*, Version 2.0, December 22, 2017.

³⁷ Union Gas Limited, *Ontario Natural Gas Demand Side Management Technical Reference Manual*, Version 2.0, December 22, 2017.

³⁸ Minnesota Department of Commerce Division of Energy Resources, *State of Minnesota Technical Reference Manual for Energy Conservation Improvement Programs*, Version 2.1, December 15, 2016.

³⁹ Illinois Statewide, *Technical Reference Manual for Energy Efficiency- Volume 2: Commercial and Industrial Measures*, Version 6.0, February 8, 2017.

⁴⁰ Massachusetts Electric and Gas Energy. *Massachusetts Technical Reference Manual for Estimating Savings from Energy Efficiency Measures. 2016-2018 Program Years – Plan Version*, October 2015.

⁴¹ Vermont Energy Investment Corporation, *State of Ohio Energy Efficiency Technical Reference Manual*, August 6, 2010.

⁴² Rhodes Island Technical Manual Reference for Estimating Savings from Energy Efficiency Measures – *Program Year 2016*.

3.6.2 Coût incrémental

Le coût incrémental représente le coût supplémentaire associé à l'installation d'un appareil de chauffage infrarouge par rapport à un système de chauffage conventionnel, l'aérotherme à efficacité standard dans le cas présent. Econoler a considéré deux types de coûts incrémentaux : le coût incrémental associé à l'achat de l'appareil et le coût incrémental associé à son installation.

Les coûts incrémentaux ont été évalués à l'aide de données fournies par Énergir. Ces données ont été obtenues dans le cadre d'une étude confiée par Énergir à un consultant externe en 2013 et mis à jour en 2015. Les données utilisées provenaient principalement des distributeurs d'appareils de chauffage et de la base de données RSMMeans, bien reconnue pour l'estimation des coûts de construction. Elles ont permis d'établir une équation permettant de calculer les coûts incrémentaux en fonction de la valeur de la capacité moyenne des appareils à infrarouge installés dans le cadre du volet.

Econoler a également demandé l'opinion des acteurs du marché sur les coûts d'achat et d'installation d'un appareil à infrarouge typique de 150 kBtu/h par rapport à un aérotherme standard d'une capacité équivalente. La grande majorité des acteurs ont offert des valeurs similaires à celles calculées à partir de données fournies par Énergir, ce qui permet de conclure que les coûts incrémentaux évalués représentent bien la situation du marché.

Le Tableau 15 présente les coûts incrémentaux associés à l'achat et à l'installation calculés pour les deux catégories d'appareils subventionnés par Énergir, ainsi que pour l'ensemble des appareils. Les coûts d'installation varient de façon importante en fonction de la capacité de l'appareil. En effet, les acteurs du marché s'entendent que l'installation est plus longue pour les appareils de plus grande capacité.

Tableau 15 : Coût incrémental total

Catégorie d'appareils de chauffage infrarouge	Capacité moyenne	Surcoût de l'appareil	Surcoût de l'installation	Surcoût total
Moins de 100 kBtu/h	70 kBtu/h	370 \$	200 \$	570 \$
100 kBtu/h et plus	160 kBtu/h	460 \$	670 \$	1 130 \$
Tous les appareils	150 kBtu/h	460 \$	600 \$	1 060 \$

Le montant d'aide financière accordée par Énergir est de 200 \$ pour les appareils à infrarouge de moins de 100 kBtu/h et de 500 \$ pour les appareils de 100 kBtu/h et plus. Ainsi, l'aide financière offerte est inférieure au coût incrémental moyen établi pour chaque type d'appareil et couvre respectivement 35 % et 44 % de celui-ci.

3.6.3 Test du coût total en ressources

Econoler a recalculé le TCTR du plus récent suivi interne présenté à la Régie de l'énergie, soit celui présenté par Énergir dans son dossier tarifaire 2019, en utilisant les paramètres révisés durant cette évaluation.

Le TCTR a été calculé selon la méthode approuvée par la Régie de l'énergie, c'est-à-dire en faisant la différence entre les bénéfices actualisés liés aux coûts évités du volet et aux coûts actualisés liés à l'investissement total d'Énergir, des participants et des bénévoles. Les paramètres utilisés pour le calcul du TCTR sont présentés à l'Annexe I.

En utilisant les paramètres révisés, le TCTR se trouve diminué par rapport à la valeur présentée par Énergir dans son suivi interne. En effet, la diminution du gain énergétique unitaire moyen, l'augmentation du surcoût et du taux d'opportunité ont eu pour effet de diminuer le TCTR. Il demeure toutefois largement positif, avec une valeur de 2 393 196 \$ et un ratio de 5,24, comparativement à 6 074 702 \$ et un ratio de 15,54 selon les prévisions du suivi interne. Il est à noter que ce résultat ne tient pas compte des bénéfices non énergétiques, tels que l'amélioration du confort et les considérations environnementales.

3.7 Aide financière accordée par le volet

L'évaluation du volet PE215 inclut une évaluation du montant de l'aide financière accordé par Énergir pour l'achat et l'installation d'appareils de chauffage infrarouge dans le secteur CII et VGE. Énergir offre une aide financière pour chaque appareil installé afin de réduire le surcoût par rapport à un système de chauffage à convection. Le montant de l'aide financière varie en fonction de la capacité de l'appareil :

- › Appareil à infrarouge de moins de 100 000 Btu/h : 200 \$ par appareil;
- › Appareil à infrarouge de 100 000 Btu/h et plus : 500 \$ par appareil.

Afin de comparer la méthode d'attribution de l'aide financière utilisée par Énergir, un balisage a été effectué auprès de juridictions offrant une aide financière pour les appareils de chauffage infrarouge à gaz naturel destiné au secteur CII et VGE. Toutes les juridictions nord-américaines pour lesquelles l'information était publiquement disponible ont été incluses dans le balisage.

Comme présenté au tableau ci-dessous, les données recueillies au cours de ce balisage indiquent que la majorité des juridictions canadiennes offrent une aide financière variant en fonction de la capacité de l'appareil, alors que la majorité des juridictions américaines offrent une aide financière selon le type d'appareil (à basse intensité seulement). Un seul distributeur tient compte du nombre de stades de l'appareil. L'aide financière offerte varie de 100 \$ à 750 \$ par appareil selon les juridictions. À titre comparatif, Énergir a offert en moyenne 477 \$ par appareil pour les années évaluées.



Tableau 16 : Données recueillies lors du balisage sur l'aide financière

Juridiction	Distributeur/Utilité publique	Critère			Description de l'appareil	Montant de l'aide financière
		Capacité	Nombre de stages	Basse intensité		
Québec	Énergir	√			Appareil de moins de 100 kBtu/h	200 \$
					Appareil de 100 kBtu/h et plus	500 \$
Québec	Gazifière	√			Appareil de moins de 100 kBtu/h	100 \$
					Appareil de 100 kBtu/h et plus	250 \$
Ontario	Enbridge	√			Appareil jusqu'à 300 kBtu/h	100 \$
Ontario	Union Gas	√	√		Appareil 1 stage de moins de 300 kBtu/h	300 \$
					Appareil 2 stages de moins de 300 kBtu/h	400 \$
Saskatchewan	SaskEnergy	√			Appareil de 40 kBtu/h à moins de 100 kBtu/h	300 \$
					Appareil de 100 kBtu/h à moins de 300 kBtu/h	500 \$
New Jersey*	New Jersey's Clean Energy	√		√	Appareil basse intensité jusqu'à 100 kBtu/h	500 \$
					Appareil basse intensité de plus de 100 kBtu/h	300 \$
Minnesota*	Minnesota Energy Resources			√	Appareil basse intensité	200 \$
Illinois*	Nicor Gas			√	Appareil basse intensité	700 \$
Massachusetts*	Mass Save			√	Appareil basse intensité	750 \$
New Hampshire*	NH Saves			√	Appareil basse intensité	750 \$

* Les montants d'aide financière présentés sont en dollars américains pour les juridictions américaines.

Les acteurs du marché ont également été interrogés sur leur satisfaction à l'égard de la méthode d'établissement de l'aide financière. Lorsqu'interrogés sur le sujet, 13 des 19⁴³ acteurs se sont dits satisfaits (note de satisfaction de 8 à 10 sur 10). Comme raisons de satisfaction, plusieurs acteurs du marché ont mentionné apprécier la simplicité du volet, notamment du point de vue de sa structure d'aide financière.

« Un des rares programmes pas compliqué et juste dans les montants d'aide financière. » (Distributeur)

« Programme facile d'utilisation, documentation pas compliquée. La liste mise à jour régulièrement et les infos sont faciles à trouver. » (Ingénieur)

Toutefois, 6 des 19 acteurs de marché interrogés ont accordé une note de satisfaction inférieure à 8 sur 10 à l'égard de la méthode d'établissement de l'aide financière. Comme mentionné dans la section 3.1.4, deux acteurs du marché se sont dits insatisfaits de l'aide financière en raison d'un risque de surdimensionnement des appareils installés pour obtenir l'aide financière la plus élevée. Une analyse de la base de données du volet n'a toutefois pas démontré de problème de surdimensionnement des appareils.

Parmi les autres acteurs du marché insatisfaits de l'aide financière, deux répondants pensent que le montant d'aide financière devrait être ajusté en fonction d'autres critères; l'un mentionnant l'efficacité des appareils et l'autre mentionnant leur émissivité. Il faut toutefois noter que la revue de littérature a démontré qu'aucune juridiction n'utilise actuellement l'efficacité ou l'émissivité dans les critères pour les montants d'aide financière. De plus, cette information n'est pas disponible dans la base de données du volet.

« Bonifier les subventions pour les appareils haute efficacité. » (Installateur)

« Les appareils devraient figurer sur la liste selon leur émissivité et non leur efficacité. Les subventions devraient être différentes selon le type de matériau de l'appareil. Certains matériaux offrent une meilleure ou moins bonne émissivité. » (Distributeur)

Considérant les avis partagés des acteurs du marché à propos de la méthode d'établissement de l'aide financière et le fait que le montant de l'aide financière couvre 35 à 44 % du coût incrémental total, Econoler ne recommande pas de modifier la méthode d'établissement de l'aide financière du volet PE215.

⁴³ Les cinq ingénieurs n'ayant jamais fait de demande au volet ne se sont pas prononcés sur l'aide financière.

Dans l'éventualité où Énergir déciderait tout de même de revoir la méthode de calcul de l'aide financière, une étude devrait être faite pour mieux documenter la performance des différents types d'appareils et ainsi déterminer les critères à prioriser lors de l'établissement de l'aide financière. De plus, dans l'éventualité où Énergir se fixerait des objectifs plus ambitieux d'installation d'appareils à infrarouge, Énergir pourrait considérer augmenter les montants d'aides financières afin de contrer les barrières de coûts encore importantes et ainsi améliorer le taux de pénétration des appareils sur le marché. D'autres avenues complémentaires pourraient cependant être utilisées pour augmenter les ventes de ces appareils. En effet, des efforts d'éducation et de promotion sont la principale suggestion donnée par les acteurs du marché pour augmenter les ventes d'appareils à infrarouge, avant une augmentation des montants d'aide financière.

3.8 Résumé des paramètres évalués

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des paramètres d'impact énergétique qui ont été révisés au cours de cette évaluation et les compare au plus récent suivi interne, soit celui présenté au dossier tarifaire 2019 d'Énergir.

Tableau 17 : Comparaison des paramètres du volet PE215 révisés au cours de cette évaluation aux paramètres utilisés par le plus récent suivi interne

Paramètre évalué	Valeur utilisée dans le suivi interne	Valeur révisée à la suite de l'évaluation
Gain unitaire par capacité (m ³ /Btu/h)	0,0159	0,00803
Capacité moyenne installée (Btu/h)	152 662	150 000
Gain unitaire par appareil (m ³ /appareil)	2 427	1 205
Opportunisme (%)	16	21
Entraînement (%)	2	0
Bénévolat (m ³)*	692	0
Durée de vie (année)	17	17
Coût incrémental (\$)	696	1 060
TCTR (\$)	6 074 702	2 393 196
TCTR ratio	15,54	5,24

* Paramètre non révisé dans le cadre de la présente, mais dans une étude des effets de bénévolat des programmes du PGEÉ réalisée par Énergir en 2018.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Présent sur le marché depuis 2005, le volet d'appareils de chauffage infrarouge connaît une participation relativement stable avec un nombre d'appareils installés qui se situe généralement au-delà de la barre annuelle des 500 appareils. Les modalités du volet ont peu changé depuis son lancement, et la continuité et la simplicité du volet est appréciée des acteurs du marché. Les acteurs du marché, tout comme les participants, sont satisfaits du volet PE215. Les participants sont particulièrement satisfaits des appareils installés et du confort qui en découle.

L'évaluation a démontré qu'il existe un potentiel résiduel élevé pour le volet d'appareils à infrarouge d'Énergir, puisque les appareils à infrarouge installés dans le cadre du volet ou sous son influence couvrent seulement 17 % de toutes les installations potentielles. Plusieurs barrières à la pénétration des appareils sur le marché ont été identifiées, la principale étant le coût total pour l'achat et l'installation de l'appareil, suivi par la préoccupation des participants à l'égard de la capacité de chauffage de l'appareil ou de la possibilité de ne pas réaliser les économies d'énergie prévues. L'aide financière offerte par Énergir permet de couvrir 35 à 44 % du coût incrémental moyen lié à l'achat et à l'installation d'un appareil à infrarouge, et contribue donc à diminuer la principale barrière à la pénétration des appareils.

Les installateurs sont des acteurs clés dans la promotion des appareils à infrarouge et du volet. Quoique dans une moindre mesure, les distributeurs, les ingénieurs et les conseillers d'Énergir contribuent également à la promotion de la technologie et du volet. L'évaluation révèle que la connaissance du volet est toutefois plus faible parmi les ingénieurs interrogés. De plus, certains acteurs du marché interrogés mentionnent la difficulté de convaincre les clients des avantages et de la rentabilité de ces appareils. Énergir pourrait donc offrir davantage d'information technique aux acteurs clés du marché afin d'améliorer leur compréhension de la technologie et les appuyer dans leur promotion du volet. Énergir pourrait également investir davantage d'efforts de promotion auprès de ces clients, par exemple, en communiquant l'étude de cas disponible sur son site Web aux clients plus enclins à être intéressés par ce type d'appareil (voir section 3.1.2 pour les types de bâtiments les plus fréquents).

L'évaluation d'impact énergétique a permis de réviser le calcul du gain énergétique unitaire moyen à partir des plus récentes études présentées dans la littérature. Certaines informations, comme les paramètres de la base de référence, ont été validées auprès des acteurs du marché. Le gain unitaire moyen obtenu à la suite de cette révision est inférieur à celui utilisé dans le suivi interne d'Énergir, principalement en raison de l'utilisation d'heures d'opération plus conservatrices basées sur l'analyse de facturation réalisée lors de l'évaluation du volet d'aérothermes à condensation (PE225).

Il existe deux principaux types d'appareils à infrarouge (basse intensité et haute intensité) et certains appareils offrent un fonctionnement à 2 stages. Lors de l'évaluation, l'information sur la basse ou la haute intensité a été fournie à Econoler et a été fusionnée dans la base de données pour déterminer le type de chaque appareil installé dans le cadre du volet. Cependant, l'information sur le nombre de stages des appareils n'était pas disponible et demeure parfois difficile à obtenir sur les sites Internet des fabricants.

Lors de la revue de littérature sur le gain énergétique, Econoler a recensé une juridiction dans laquelle un gain énergétique unitaire différent était utilisé selon les types d'appareils. La référence n'était pas assez appuyée pour conclure à l'utilisation d'un gain différent par type d'appareil, mais il est important de rester à l'affût des études et des références qui permettraient de calculer un gain plus précis pour les divers types d'appareils à infrarouge qui peuvent offrir des niveaux d'efficacité supérieurs.

Dans le cadre de cette évaluation, Econoler a également confirmé l'adéquation des valeurs de suivi interne utilisées par Énergir pour la durée de vie des appareils et révisé les valeurs d'opportunité, d'entraînement et de coût incrémental.

En utilisant les paramètres révisés au cours de cette évaluation, le TCTR se trouve diminué par rapport à la valeur présentée par Énergir dans son suivi interne, mais reste tout de même largement positif démontrant la rentabilité du volet.

À la lumière des principaux constats faits lors de cette évaluation, Econoler émet les recommandations suivantes en vue d'optimiser certains aspects du volet :

- › **Recommandation 1** : Offrir davantage d'information technique aux acteurs clés du marché afin de lever la barrière de la méconnaissance de la technologie et les appuyer dans leur promotion du volet.
- › **Recommandation 2** : Évaluer la possibilité de documenter le type d'appareil à infrarouge (basse intensité et haute intensité) dans la base de données du volet, et, si possible, le nombre de stages de chaque modèle d'appareil admissible.
- › **Recommandation 3** : Ajuster les paramètres du suivi interne du volet selon les nouveaux paramètres obtenus dans le cadre de la présente évaluation. Le nouveau gain unitaire devrait être appliqué. Il en va de même pour le taux d'opportunité, ainsi que pour tous les autres paramètres utilisés dans le calcul du TCTR, comme la durée de vie et le coût incrémental moyen.

ANNEXE I

PARAMÈTRES UTILISÉS POUR LE CALCUL DU TCTR

Volet PE215	Suivi interne ⁴⁴	Après évaluation
Paramètres du volet		
Économies unitaires brutes (m ³)	2 427	1 205
Durée de vie (ans)	17	17
Coût incrémental pondéré (\$)	696	1 060
Opportuniste (%)	16	21
Entraînement (%)	2	0
Bénévolat (m ³)	692	0
Données du volet		
Nombre de participants brut	650	650
Nombre de participants net*	559	514
Économies nettes totales (m ³)	1 357 566	618 511
Coût du volet		
Développement et formation (\$)	4 035	4 035
Commercialisation (\$)	12 700	12 700
Suivi et évaluation (\$)	-	-
Administration (\$)	34 379	34 379
Coûts totaux (\$)	51 114	51 114
Tests de rentabilité		
TCTR (\$)	6 074 702	2 393 196
TCTR ratio	15,54	5,24

* Le nombre de participants net n'inclut pas le bénévolat.

⁴⁴ Paramètres du plus récent suivi interne tels que présentés dans la cause tarifaire 2019.



ECONOLER