

ÉVALUATION DU VOLET INFRAROUGE

PROGRAMME APPAREILS EFFICACES – AFFAIRES

ÉNERGIR

Rapport d'évaluation

Version préliminaire 3

29 septembre 2023



ECONOLER

SOMMAIRE

Le présent rapport présente les résultats de l'évaluation du volet Infrarouge du programme Appareils efficaces – Affaires d'Énergir pour les années financières 2017-2018 à 2021-2022, soit du 1^{er} octobre 2017 au 30 septembre 2022.

Description du volet

Le volet Infrarouge offre une aide financière visant à encourager l'achat et l'installation d'appareils de chauffage infrarouge à gaz naturel auprès des clients commerciaux, institutionnels et industriels du marché affaires et Grandes entreprises (GE) qui utilisent le gaz naturel comme source d'énergie pour leurs besoins de chauffage. Les appareils de chauffage infrarouge utilisent le rayonnement pour transférer la chaleur vers les personnes et les objets, ce qui crée instantanément une sensation de chaleur.

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

Les modalités du volet infrarouge n'ont pas changé depuis la dernière évaluation en 2018.

Description du mandat

Econoler a été mandatée par Énergir pour réaliser l'évaluation du volet Infrarouge. Les principaux objectifs de l'évaluation sont les suivants :

- › Établir l'impact du volet sur le marché et suggérer des pistes d'amélioration
- › Examiner les modalités de l'aide financière du volet
- › Réviser les paramètres des calculs d'impact énergétique brut et net du volet et analyser la rentabilité du volet

Pour répondre à ces objectifs, Econoler a analysé la base de données, réalisé une revue de la littérature et un balisage de programmes similaires, fait des entrevues auprès des participants, et réalisé un sondage auprès des acteurs du marché.

Résultats de l'évaluation

Impact sur le marché

Pour la période évaluée, 1 961 appareils à infrarouge ont été installés, ce qui est inférieur aux objectifs du volet. Les économies réalisées de 2 794 121 m³/an sont proportionnelles à la participation, et représentent 74 % des objectifs du volet sur les années financières couvertes par l'évaluation.

Les appareils à infrarouge sont majoritairement installés dans des bâtiments du secteur commercial (63 %) et du secteur industriel (32 %). Il est à noter qu'une proportion importante des installations d'appareils de chauffage infrarouge (39 %) a lieu dans des bâtiments de nouvelle construction.

Les appareils installés ont une capacité moyenne de 150 kBtu/h, et la plupart des appareils installés (91 %) ont une capacité supérieure à 100 kBtu/h, avec les 9 % restants correspondant à des appareils avec une capacité inférieure à 100 kBtu/h. Les participants favorisent également l'installation d'appareils de chauffage infrarouge à basse intensité (82 %) plutôt que d'appareils à haute intensité. De plus, malgré l'apparition d'appareils permettant un meilleur contrôle grâce à la modulation, la plupart des appareils installés (81 %) utilisent un contrôle de type « un stage ».

Econoler a estimé le taux de pénétration du volet en analysant le pourcentage des clients admissibles qui y ont participé au cours de la période évaluée. Bien qu'ils soient plus élevés pour le secteur industriel, les taux de pénétration du volet Infrarouge restent faibles (2 % et moins) pour l'ensemble des secteurs. D'après la majorité des installateurs et distributeurs, il y a un fort potentiel pour les appareils de chauffage infrarouge dans les bâtiments tels que les entrepôts, les usines, les garages, les arénas, ou encore tout bâtiment ayant un plafond élevé.

Afin de promouvoir activement le volet Infrarouge, la stratégie de commercialisation actuelle mise sur les intervenants du marché, notamment les installateurs et distributeurs. Plus des deux tiers des participants ont pris connaissance de l'existence du volet par l'intermédiaire de leur entrepreneur ou leur installateur pour l'achat de leur appareil de chauffage infrarouge. Cela étant dit, les installateurs et distributeurs estiment que la connaissance de la technologie est faible auprès des clients admissibles et que la demande d'aide financière n'est pas toujours faite lors d'une installation car le montant accordé n'en vaut pas toujours la peine selon la valeur du projet. Afin d'améliorer le niveau de connaissances des clients, plusieurs installateurs et distributeurs mentionnent leur souhait d'avoir accès à du matériel explicatif sur la technologie infrarouge et ses bénéfices, ainsi que des analyses comparatives ou des études de cas permettant de comparer les coûts d'exploitation d'un appareil infrarouge à ceux d'un aérotherme, par exemple. Ils précisent aussi que d'avoir le sceau d'Énergir sur ce matériel augmente la crédibilité lors des échanges avec le client.

Au moment de considérer la réalisation d'un projet de remise au point, les participants se disaient plus préoccupés par l'aspect des économies et des coûts liés à l'installation d'un appareil de chauffage infrarouge que par les aspects techniques liés à l'espace requis pour l'installation ou au fait de trouver un installateur certifié. Les installateurs et distributeurs interrogés ajoutent que la principale raison qui empêche les clients d'acquérir un appareil de chauffage infrarouge est leur méconnaissance de cette technologie et ses bénéfices.

Les résultats de l'évaluation indiquent que la satisfaction des participants à l'égard du volet est assez élevée. En effet, les participants accordent une note de 9,1 sur 10 au volet, notamment en raison du bon déroulement du projet ainsi qu'à la satisfaction liée à l'appareil en place et le confort qu'il procure. Les installateurs et distributeurs sont légèrement moins satisfaits du volet Infrarouge d'Énergir, et lui accordent une note moyenne de 7,6 sur 10. Ceux qui se disent moins satisfaits expliquent notamment que l'aide financière pourrait être bonifiée.

Lorsque questionnés sur des suggestions d'amélioration à apporter au volet, les acteurs du marché ont principalement formulé des suggestions concernant la promotion des avantages de cette technologie auprès des clients et des divers intervenants appelés à inclure ce type d'appareil dans leurs projets. La promotion du volet fait également partie des recommandations ainsi que la hausse des montants d'aide financière. Les ingénieurs ont également formulé quelques suggestions d'outils techniques leur permettant de mieux effectuer leur travail.

Impact énergétique brut et net

L'évaluation d'impact énergétique a permis de réviser l'ensemble des paramètres utilisés dans le calcul du gain unitaire.

En se basant sur les pratiques des autres juridictions et une revue de la littérature, l'efficacité nominale pour les appareils de chauffage infrarouge est conservée à 82 %, et l'efficacité nominale de référence pour les appareils de chauffage de type aérotherme est augmentée à 82 %. Le facteur de compensation, qui prend en compte le fait que l'infrarouge ne chauffe pas l'air ambiant, mais chauffe les objets de façon directe et varie en fonction de l'efficacité radiante de l'appareil ainsi que de la hauteur d'installation de l'appareil infrarouge, a été révisé à la suite d'une revue de la littérature. Econoler propose d'introduire de nouveaux facteurs de compensation pour les appareils plus efficaces et de pondérer le facteur de compensation en fonction du type d'appareil installé. Le facteur de compensation reste à 0,85 pour la période évaluée étant donné que la majorité des appareils installés sont à un stage, mais il pourrait éventuellement diminuer si de plus en plus d'appareils à deux stages, modulants ou avec une efficacité radiante brute de 67 % et plus étaient installés.

Le présent mandat a également permis de réviser les heures de fonctionnement annuelles à partir des heures de fonctionnement calculées lors de l'évaluation du volet Aérothermes à condensation, puisque celles-ci ont été calculées à l'aide d'une analyse de données de facturation pour des bâtiments sur le territoire d'Énergir. En utilisant la valeur révisée pour les heures de fonctionnement moyennes de 1 500 h/an, Econoler a été en mesure de calculer le gain énergétique unitaire par capacité. Le gain unitaire moyen par appareil a légèrement diminué comparé à la dernière évaluation, car l'augmentation des heures de fonctionnement est contrebalancée par l'augmentation de l'efficacité de la base de référence.

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des paramètres révisés au cours de cette évaluation.

Tableau 1 : Résumé des paramètres et calcul du gain énergétique

Paramètre	Valeur de l'évaluation	Valeur du suivi interne
Efficacité des appareils à infrarouge installés (%Eff _{IR})	82 %	82 %
Efficacité de référence (%Eff _{Réf.})	82 %	80 %
Facteur de compensation (<i>Facteur</i>)	0,85	0,85
Heures de fonctionnement (<i>Heures/an</i>)	1 500 h/an	1 400 h/an
Gain par capacité	0,00737 m ³ /Btu/h	0,00803 m ³ /Btu/h
Capacité moyenne par appareil	150 kBtu/h	150 kBtu/h
Gain unitaire moyen par appareil	1 106 m³	1 205 m³

À la suite de la validation du gain énergétique unitaire, Econoler a également révisé la durée de vie moyenne du volet à l'aide d'une analyse de la base de données et d'une revue de la littérature. Le taux d'opportunité et l'effet d'entraînement ont été évalués lors d'entrevues téléphoniques auprès des participants, alors que l'effet de bénévolat a été mesuré par une étude réalisée en 2022. Enfin, Econoler a estimé le coût incrémental moyen associé au volet en utilisant principalement les données de coûts saisies dans la base de données des produits fournie par Énergir.

Recommandations

À la lumière des principaux constats faits lors de cette évaluation, Econoler émet les recommandations suivantes :

- › **Recommandation 1 : Considérer augmenter le montant d'aide financière offerte.** Cela permettrait de couvrir une plus grande portion du coût incrémental, une des préoccupations principales des participants, et de rendre le programme plus attrayant. L'aide financière offerte pourrait être alignée sur les critères permettant une meilleure performance énergétique, tel que le nombre de stages, la modulation et l'efficacité radiante brute (GRC), ce qui encouragerait l'installation d'appareils à infrarouge à haute efficacité et permettrait d'augmenter les économies réalisées par le volet.
- › **Recommandation 2 : Envisager de mener davantage d'activités de promotion du volet.** La méconnaissance de la technologie est la principale barrière et raison évoquée pour le faible taux de pénétration de la technologie selon les acteurs du marché, qui soulignent également le manque d'outils ou de matériel pour en faire la promotion. Énergir pourrait produire du matériel explicatif sur la technologie infrarouge et ses bénéfices, ainsi que des études de cas permettant de comparer les coûts d'exploitation d'un appareil infrarouge à ceux d'un aérotherme et des outils de calcul des économies d'énergie. Les études de cas permettent aux ingénieurs et aux distributeurs de démontrer les bienfaits de la technologie aux participants, réduisant ainsi la méconnaissance auprès de ces derniers. Le matériel explicatif et les outils de calcul sont particulièrement adaptés aux ingénieurs; ils peuvent les aider à promouvoir la technologie et les économies potentielles.



- › **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 les autres paramètres utilisés dans le calcul du test du coût total en ressources (TCTR), soit la durée de vie et le coût incrémental moyen.



TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1 DESCRIPTION DU VOLET ÉVALUÉ	2
2 APPROCHE D'ÉVALUATION	3
3 RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION	7
3.1 Impact du volet sur le marché	7
3.1.1 Participation au volet	7
3.1.2 Portrait des appareils installés	8
3.1.3 Tendances liées aux appareils de chauffage infrarouge	10
3.1.4 Taux de pénétration du volet.....	12
3.1.5 Contexte d'installation.....	13
3.1.6 Notoriété du volet et facteurs décisionnels.....	14
3.1.7 Perception envers les appareils à infrarouge	16
3.1.8 Barrières à l'adoption de la technologie	17
3.1.9 Satisfaction envers le volet	19
3.1.10 Suggestions d'amélioration	20
3.2 Coût incrémental	20
3.3 Modalités d'aide financière	22
3.4 Impact énergétique brut.....	25
3.4.1 Équation pour le calcul du gain énergétique	25
3.4.2 Paramètres de calcul	26
3.4.3 Économie unitaire brute	30
3.4.4 Durée de vie	30
3.5 Impact énergétique net	31
3.5.1 Taux d'opportunisme	31
3.5.2 Effet d'entraînement	33
3.5.3 Bénévolat.....	33
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	35



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résumé des paramètres et calcul du gain énergétique	iv
Tableau 2 : Approche d'évaluation	3
Tableau 3 : Marge d'erreur et taux de réponse du sondage	5
Tableau 4 : Participation au volet pour les années financières évaluées	7
Tableau 5 : Taux de pénétration du volet Infrarouge selon la clientèle admissible	12
Tableau 6 : Acteurs du marché concernés par la décision d'installer un appareil infrarouge	13
Tableau 7 : Suggestions d'actions pour inciter l'achat d'appareils	20
Tableau 8 : Coût incrémental moyen.....	22
Tableau 9 : Données recueillies lors du balisage sur l'aide financière	23
Tableau 10 : Portion du coût incrémental couverte par l'aide financière	25
Tableau 11 : Efficacité des appareils à infrarouge installés	27
Tableau 12 : Efficacité de référence.....	27
Tableau 13 : Facteur de compensation	28
Tableau 14 : Heures de fonctionnement	29
Tableau 15 : Capacité moyenne par appareil.....	30
Tableau 16 : Résumé des paramètres et calcul du gain énergétique	30
Tableau 17 : Durée de vie utile des appareils à infrarouge.....	31
Tableau 18 : Durée de vie retenue.....	31
Tableau 19 : Taux d'opportunité pour le volet Infrarouge.....	32
Tableau 20 : Effet d'entraînement pour le volet Infrarouge.....	33
Tableau 21 : Bénévolat pour le volet Infrarouge.....	34

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Historique de participation au volet Infrarouge	8
Figure 2 : Vocation du bâtiment	8
Figure 3 : Intensité des appareils	9
Figure 4 : Contrôle des appareils	9
Figure 5 : Sources de notoriété du volet infrarouge.....	15
Figure 6 : Acteurs ayant conseillé l'achat d'un appareil infrarouge	15
Figure 7 : Raisons d'acquisition d'un appareil infrarouge	16
Figure 8 : Principaux avantages et désavantages des appareils à infrarouge perçus par les participants et les acteurs du marché.....	17
Figure 9 : Niveau de préoccupation des participants concernant l'installation d'un appareil infrarouge.....	18
Figure 10 : Niveau de satisfaction des participants envers le volet Infrarouge.....	19

ABRÉVIATIONS

ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
CII	Commercial institutionnel et industriel
DSM	Gestion de la demande (<i>Demand Side Management</i>)
FEÉ	Fonds en efficacité énergétique
GE	Grandes entreprises
GES	Gaz à effet de serre
GRC	<i>Gross radiant coefficient</i> (efficacité radiante brute)
MEMD	<i>Michigan Energy Measures Database</i>
PGEÉ	Plan global en efficacité énergétique
TCTR	Test du coût total en ressources



INTRODUCTION

Énergir administre des programmes d'efficacité énergétique depuis 2001 dans le cadre de son Plan global en efficacité énergétique (PGEÉ). Les programmes offerts visent à encourager les clients résidentiels, Affaires et Grandes entreprises d'Énergir à diminuer leur consommation de gaz naturel par l'identification et la réalisation de projets d'efficacité énergétique.

Dans le cadre de son PGEÉ, Énergir offre à ses clients commerciaux, institutionnels et industriels (CII) ainsi qu'à sa clientèle GE le programme Appareils efficaces – Affaires. Ce programme poursuit plusieurs objectifs, et vise notamment à inciter les clients commerciaux et institutionnels à installer des appareils de chauffage au gaz de technologie infrarouge.

Énergir a retenu les services d'Econoler pour réaliser l'évaluation du volet Infrarouge pour les cinq années financières 2017-2018 à 2021-2022, soit la période du 1^{er} octobre 2017 au 30 septembre 2022. Le présent rapport inclut une description du volet, l'approche méthodologique de l'évaluation, les résultats de l'évaluation, une conclusion ainsi que les recommandations de l'évaluateur.

1 DESCRIPTION DU VOLET ÉVALUÉ

Le volet Infrarouge du programme Appareils efficaces - Affaires vise à encourager l'achat et l'installation d'appareils de chauffage infrarouge à gaz naturel auprès des clients existants et des nouveaux clients d'Énergir. Le volet est offert aux clients commerciaux, institutionnels et industriels du marché Affaires et GE qui utilisent le gaz naturel comme source d'énergie pour leurs besoins de chauffage.

Les appareils de chauffage infrarouge utilisent 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. Ce type de système est particulièrement efficace dans les salles avec très haut plafond, car il permet de réduire le phénomène de gradient de température, ainsi que dans les salles avec une forte infiltration d'air.

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 son site Web. Les appareils à infrarouge visés par le volet sont ceux destinés au chauffage des espaces seulement. Ils peuvent être à haute ou basse intensité, de même qu'avec un contrôle de type « un stage », « deux stages » ou modulant. Les appareils de type chauffe-patio ou destinés aux applications agricoles (éleveuses, couveuses, etc.) ne sont pas admis au volet.

Les modalités du volet Infrarouge n'ont pas changé depuis la dernière évaluation en 2018.

2 APPROCHE D'ÉVALUATION

Les principaux objectifs de l'évaluation du volet Infrarouge sont les suivants :

- › Établir l'impact du volet sur le marché et suggérer des pistes d'amélioration
- › Examiner les modalités de l'aide financière du volet
- › Réviser les paramètres des calculs d'impact énergétique brut et net du volet et analyser la rentabilité du volet

Pour répondre à chacun de ces objectifs, Econoler a formulé des questions de recherche, lesquelles sont présentées dans le Tableau 2, conjointement avec les méthodes de recherche utilisées pour y répondre.

Tableau 2 : Approche d'évaluation

Objectif	Questions de recherche	Méthodes de recherche
Établir l'impact du volet sur le marché et suggérer des pistes d'amélioration	Quel est le portrait de la participation au volet Infrarouge et celui des appareils installés?	› Analyse de la base de données
	Quel est le taux de pénétration parmi la clientèle admissible?	› Analyse de la base de données › Analyse de données fournies par Énergir
	Quel est le contexte de participation et d'installation, ainsi que les tendances du marché?	› Entrevue auprès de DATECH et d'un expert du marché › Sondage auprès des participants (n=80) › Entrevues auprès des installateurs et distributeurs (n=15) › Sondage Web auprès des ingénieurs (n=38)
	Quels sont les sources de notoriété et les facteurs décisionnels?	
	Comment les appareils à infrarouge sont-ils perçus et quelles sont les barrières à l'adoption de la technologie infrarouge et à la participation du volet?	
	Quelle est la satisfaction envers les appareils installés et le volet?	
	Quelles sont les pistes d'amélioration possibles concernant le volet Infrarouge?	

Objectif	Questions de recherche	Méthodes de recherche
Examiner les modalités d'aide financière	Quel est le coût incrémental moyen des appareils à infrarouge?	<ul style="list-style-type: none"> › Analyse de la base de données › Analyse de données fournies par Énergir › Entrevues auprès des installateurs et distributeurs (n=15)
	Est-ce que les modalités d'aide financière offerte par le volet Infrarouge sont adéquates?	<ul style="list-style-type: none"> › Analyse de la base de données › Balisage de programmes similaires › Entrevue auprès des installateurs et distributeurs › Analyse du pourcentage de couverture
Réviser les paramètres du calcul d'impact énergétique brut du volet	Est-ce que la méthodologie de calcul du gain énergétique unitaire brut est adéquate? Quels sont les paramètres de calcul à utiliser?	<ul style="list-style-type: none"> › Analyse de la base de données › Revue de la littérature et recherche de données secondaires › Balisage de programmes similaires › Entrevue auprès de DATECH et d'un expert du marché › Entrevues auprès des installateurs et distributeurs (n=15)
	Quel est le gain énergétique brut moyen par appareil?	› Calcul à partir des paramètres de calcul établis ci-dessus
	Quelle est la durée de vie des appareils à infrarouge?	› Revue de la littérature
Réviser les paramètres du calcul d'impact énergétique net du volet	Quel est le taux d'opportunisme?	› Sondage auprès des participants (n=80)
	Quel est le taux d'entraînement?	› Sondage auprès des participants (n=80)
	Quel est le taux de bénévolat?	› Données fournies par Énergir

Les paramètres des activités de collecte sont détaillés ci-dessous.

Analyse de la base de données

Econoler a analysé la base de données du volet afin de confirmer les données disponibles pour les activités d'évaluation, par exemple les coordonnées des participants, le type d'appareil installé, l'aide financière versée, etc. D'autres données fournies par Énergir ont été analysées, notamment les données sur le taux de pénétration du volet, les coûts des appareils de chauffage, ainsi que les résultats de bénévolat.

Balisage de programmes similaires, revue de la littérature, recherche de données secondaires

Econoler a effectué plusieurs recherches documentaires pour l'évaluation du volet Infrarouge, dont :

- › un balisage des rapports, des études et des évaluations les plus à jour qui portent sur des programmes semblables ailleurs en Amérique du Nord pour comprendre leurs modalités d'aide financière et leur méthode de calcul de gain énergétique;
- › la revue de la littérature et la recherche de données secondaires a permis de valider certains paramètres, tels que les niveaux d'efficacité des appareils à infrarouge et de référence, les heures de fonctionnement et la durée de vie. Lors de cette recherche, Econoler a également répertorié les caractéristiques (nombre de stages, efficacité) des appareils à infrarouge installés lorsque celles-ci étaient disponibles.

Entrevue auprès de DATECH et d'un expert du marché

Au moment de développer les outils de collecte de données, un conseiller du groupe DATECH chez Énergir et un expert des appareils de chauffage infrarouge ont été interrogés afin de mieux comprendre leur rôle et leur perception du volet, ainsi que les caractéristiques des appareils à infrarouge et leur évolution au cours des dernières années.

Sondage téléphonique auprès des participants

Du 9 mai au 2 juin 2023, un sondage téléphonique a été réalisé auprès des clients d'Énergir qui ont soumis une demande au volet Infrarouge entre le 1^{er} octobre 2017 et le 30 septembre 2022.

La base de données contenant la liste des participants au volet Infrarouge a été utilisée pour le recrutement. Lors de l'épuration des données, 411 participants ont été identifiés comme des participants uniques. Au total, 80 participants ont été interrogés sur leur participation au volet Infrarouge.

Le sondage téléphonique, d'une durée moyenne de 13 minutes, a été réalisé par la firme Fino recherche et relation client (anciennement Dialogs).

Tableau 3 : 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 Infrarouge	411	80	± 8,29 %	36,5 %

Entrevues en profondeur auprès des distributeurs et installateurs

Du 3 au 31 mai 2023, des entrevues téléphoniques en profondeur ont été réalisées avec 5 distributeurs et 10 installateurs. Les entrevues, d'une durée moyenne de 30 minutes, ont également été réalisées par la firme Fino.

Sondage Web auprès des ingénieurs

Du 2 au 31 mai 2023, un sondage Web a été réalisé auprès des ingénieurs susceptibles d'appuyer une demande au volet infrarouge.



La liste des firmes d'ingénierie accréditées auprès d'Énergir a été utilisée pour le recrutement. Lors de l'épuration des données, 107 ingénieurs ont été identifiés comme contacts uniques. Au total, 38 ingénieurs ont répondu au sondage Web sur le volet Infrarouge.

Le sondage Web, d'une durée moyenne de 13 minutes, a été réalisé par la firme Fino.

Tout au long du rapport, le terme « acteurs du marché » sera utilisé pour faire référence à l'ensemble des distributeurs, installateurs et ingénieurs.

3 RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION

La section qui suit présente les principaux résultats issus de l'évaluation pour la période du 1^{er} octobre 2017 au 30 septembre 2022.

3.1 Impact du volet sur le marché

Afin de bien évaluer l'impact du volet sur le marché, différents outils de recherche ont été utilisés, comme il a été mentionné dans la section précédente, dont un sondage téléphonique auprès des participants, des entrevues effectuées avec des distributeurs et des installateurs, de même qu'un sondage Web réalisé auprès des ingénieurs. Les résultats relatifs à la participation au volet, le contexte d'installation et les perceptions envers les appareils à infrarouge, ainsi que les pistes d'amélioration font partie des sujets traités dans les prochaines sous-sections.

3.1.1 Participation au volet

Au cours de la période évaluée, 1 961 appareils à infrarouge ont été installés, ce qui est inférieur aux objectifs du volet. Les économies réalisées de 2 794 121 m³/an sont proportionnelles à la participation, et représentent 74 % des objectifs du volet sur les années financières couvertes par l'évaluation.

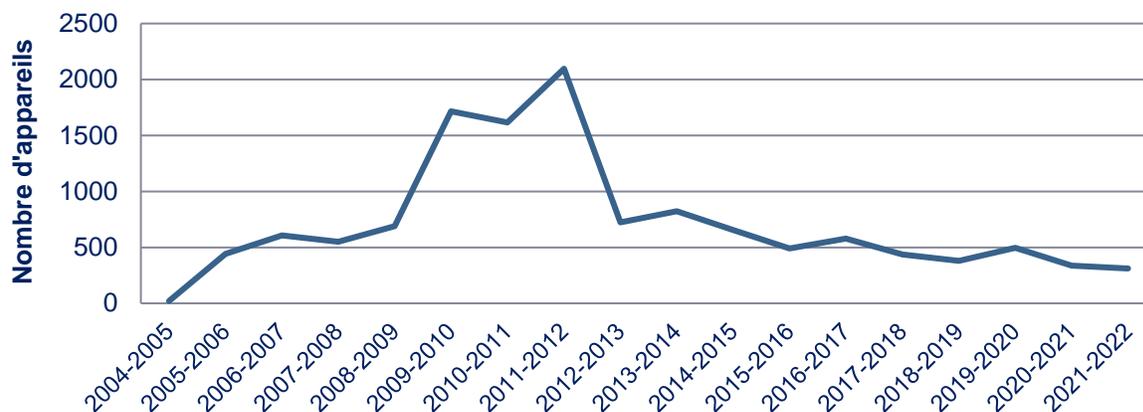
Le Tableau 4 présente le nombre d'appareils installés pour lesquels Énergir a versé une aide financière.

Tableau 4 : Participation au volet pour les années financières évaluées

Nombre de projets	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	Total
Participants	437	380	496	338	310	1 961
Objectifs	550	650	675	700	725	3 300
Taux de réalisation	79 %	58 %	73 %	48 %	43 %	59 %
Économies brutes (m ³ /an)	968 882	473 087	622 694	417 572	311 885	2 794 121
Objectifs	1 301 300	796 819	827 466	858 113	888 759	4 672 457
Taux de réalisation	74 %	59 %	75 %	49 %	35 %	60 %

La Figure 1 présente l'historique de participation au volet Infrarouge depuis son lancement. Après une forte popularité entre 2010 et 2012 causée notamment par l'admissibilité des appareils à infrarouge agricoles, qui ont depuis été retirés du programme, la participation au volet semble décliner légèrement chaque année. Lors de la dernière évaluation (2014-2015 à 2016-2017), une participation moyenne de 575 appareils par an avait été observée; depuis 2017-2018, la participation moyenne est de 392 appareils par an, soit une diminution de la participation de plus de 30 %.

Figure 1 : Historique de participation au volet Infrarouge



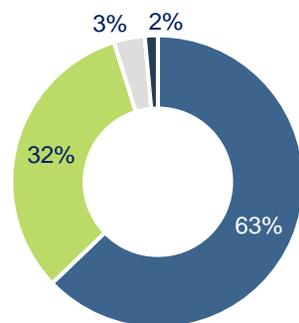
3.1.2 Portrait des appareils installés

L'étude de la base de données du volet infrarouge et le sondage auprès des participants ont permis d'établir le profil des bâtiments où les appareils ont été installés, les caractéristiques des appareils installés et leur utilisation.

Profil des bâtiments participants

Les appareils à infrarouge sont majoritairement installés dans des bâtiments du secteur commercial (63 %) et du secteur industriel (32 %). La Figure 2 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente la vocation des bâtiments où ont été installés des appareils à infrarouge dans le cadre du volet. Il est à noter qu'une proportion importante des installations d'appareils de chauffage infrarouge (39 %) a lieu dans des bâtiments de nouvelle construction.

Figure 2 : Vocation du bâtiment



- Commercial ■ Industriel
- Institutionnel ■ Résidentiel

Dans le secteur commercial, les installations se retrouvent majoritairement dans les domaines des services professionnels (22 %), des commerces de gros (17 %) et des services de construction (16 %). Dans le secteur industriel, les installations se trouvent majoritairement dans les activités manufacturières (16 %).

Caractéristiques des appareils installés

Les appareils installés ont une capacité moyenne de 150 kBtu/h, et la plupart des appareils installés (91 %) ont une capacité supérieure à 100 kBtu/h, avec les 9 % restants correspondant à des appareils avec une capacité inférieure à 100 kBtu/h.

Comme le démontre la Figure 3, les participants favorisent l'installation d'appareils de chauffage infrarouge à basse intensité (82 %) plutôt que d'appareils à haute intensité. C'est d'ailleurs ce que distributeurs et installateurs confirment, avec près de la moitié (7/15) affirmant qu'il se vend davantage d'appareils à infrarouge à basse intensité et que la haute intensité serait plus pertinente pour les espaces à plafond plus élevé (ex. : hangars d'avions) où l'on doit chauffer un espace restreint précis. De plus, malgré l'apparition d'appareils permettant la modulation, la plupart des appareils installés (81 %) utilisent un contrôle de type « un stage ». L'information sur la basse ou haute intensité a pu être obtenue pour la majorité des appareils installés à l'aide d'un croisement avec la liste des appareils admissibles d'Énergir. Pour obtenir les données liées au type de contrôle, Econoler a effectué une recherche sur les sites Web des fabricants pour les modèles les plus installés.¹

Figure 3 : Intensité des appareils

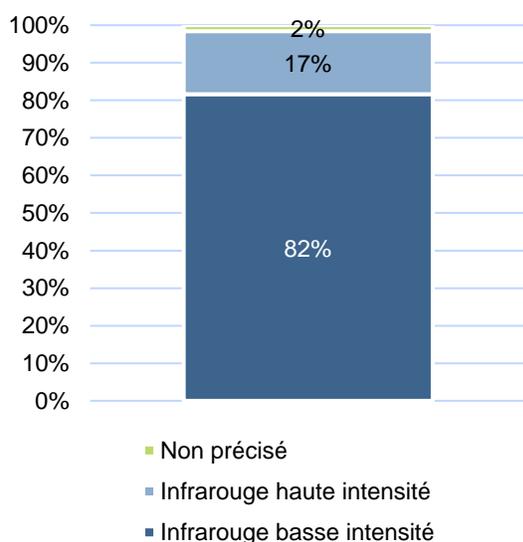
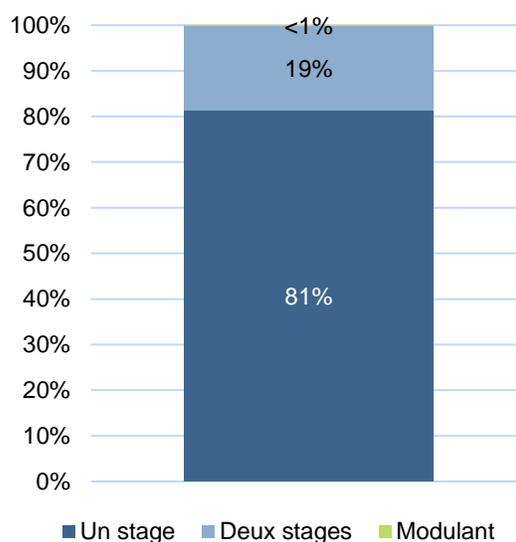


Figure 4 : Contrôle des appareils



¹ Caractéristiques identifiées pour 84 modèles parmi les plus installés, représentant 79 % des appareils installés durant la période évaluée.

Utilisation des appareils installés

Les participants au volet infrarouge ont été sondés afin de connaître le contexte entourant l'installation et l'utilisation de l'appareil infrarouge.



› La moitié des participants interrogés (50 %) affirment que l'appareil remplacé dans le cadre du volet infrarouge était un aérotherme.



› Plus des deux tiers (68 %) utilisent le nouvel appareil infrarouge à des fins de chauffage principal pour un endroit précis du bâtiment (entrée, gradins, entrepôts, etc.).



› Plus des deux tiers notent une amélioration du niveau de confort (69 % versus 26 % inchangé) depuis cette installation.

3.1.3 Tendances liées aux appareils de chauffage infrarouge

Depuis 2017, les acteurs du marché interrogés ont noté une certaine stabilité des ventes des appareils de chauffage infrarouge (8/15 stable, 4/15 augmentation et 3/15 diminution) et ont également noté une légère augmentation de l'efficacité des appareils (9/15) ainsi que des prix qui suivent l'inflation (14/15). En ce qui a trait aux ingénieurs, la majorité ne peut se prononcer (68 %) ou encore ne dénote pas de changement (29 %) par rapport à l'efficacité des appareils à infrarouge depuis 2017.

De plus, une entrevue détaillée avec un expert du marché ainsi que des recherches approfondies ont permis de déceler certaines tendances, notamment en ce qui concerne l'efficacité des appareils à infrarouge. Il est important de distinguer l'efficacité radiante d'un appareil à infrarouge, qui permet de calculer la puissance rayonnée utile, de l'efficacité de combustion utilisée pour les autres appareils au gaz naturel. L'efficacité radiante est définie comme suit³ :

$$R_f = \frac{Q_{(R)C}}{Q_m}$$

Où :

- › R_f est le coefficient de puissance rayonnée non ajusté (sans unité);
- › $Q_{(R)C}$ est la puissance rayonnée après correction de l'absorption par la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone, en W;
- › Q_m est le débit calorifique mesuré, en W.

² Icône : Flaticon.com (Circlon Tech)

³ ANSI/AHRI 1330-2015, Détermination des Caractéristiques de Performance Relatives à la Puissance Rayonnée des Appareils de Chauffage à Infrarouge au Gaz. <https://www.ahrinet.org/sites/default/files/2022-10/ANSI.AHRI%20Standard%201330-2015%20%28SI.-P%29%20%28F%29%20%28CCN%20retire%203%20aout%202022%29.pdf>

Le coefficient de puissance rayonnée tel que défini dans la norme ANSI/AHRI 1330-2015 ci-dessus est utilisé dans plusieurs juridictions en Amérique du Nord, et requiert une efficacité minimale de 35 %. Il s'agit d'une efficacité radiante brute; il est important de noter qu'en Europe, les normes EN-416⁴ et EN-419⁵ utilisent une définition similaire, mais rapportent l'efficacité radiante nette, qui peut être 6 à 9 % plus élevée que l'efficacité radiante brute telle que rapportée par ANSI/AHRI 1330-2015. Le Code national de l'énergie pour les bâtiments au Canada (2020)⁶ utilise les normes EN-416 et EN-419 afin de définir l'efficacité radiante minimale des appareils à infrarouge :

- › Appareils à infrarouge haute intensité : efficacité radiante nette \geq 55 %
- › Appareils à infrarouge basse intensité : efficacité radiante nette \geq 45 %

Les principales caractéristiques impactant l'efficacité de l'appareil sont les suivantes :

- › **L'intensité** : les appareils à haute intensité (avec une surface de rayonnement à 732 °C ou plus) sont généralement plus efficaces; cependant, le choix de l'intensité dépend largement du type d'application, et ces appareils ne sont pas interchangeables.
- › **Le type de contrôle** : à l'inverse du « un stage », le contrôle « deux stages » (typiquement 60 % et 100 % de la capacité de l'appareil) ou la modulation (rendue possible par l'utilisation de moteurs à commutation électronique) permet de réduire davantage la consommation de gaz naturel de l'appareil, et améliore donc l'efficacité.
- › **La construction de l'appareil** : le matériau de construction du tube infrarouge, ainsi que le matériau du réflecteur influencent la quantité de chaleur radiante utile, c'est-à-dire la chaleur qui est dirigée vers le sol. Les appareils plus efficaces coûtent donc plus cher, car ils utilisent des matériaux de plus haute qualité.

Il existe donc une large gamme d'appareils à infrarouge, dont l'efficacité radiante brute varie entre 45 % et 70 %. L'efficacité radiante peut être liée au facteur de compensation qui est utilisé dans le dimensionnement des appareils de chauffage infrarouge comparativement aux appareils de chauffage standard. Plus l'efficacité radiante est élevée, plus le facteur de compensation est faible. Bien que les normes mentionnées ci-dessus existent au Canada, il n'y a pas d'exigence sur l'inclusion de l'efficacité radiante dans les caractéristiques publiques d'un appareil infrarouge, et celle-ci n'est donc pas rapportée par tous les manufacturiers.

⁴ Association Française de Normalisation, NF-EN-416 Systèmes à tubes radiants suspendus à usage non domestique utilisant les combustibles gazeux - Sécurité et efficacité énergétique, octobre 2019.

⁵ Association Française de Normalisation, NF-EN-419 Appareils surélevés de chauffage à rayonnement lumineux au gaz à usage non domestique - Sécurité et efficacité énergétique, octobre 2019.

⁶ <https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/td/?id=e6cfe277-1e42-448b-a2ba-ceedb618ea8e>

3.1.4 Taux de pénétration du volet

Dans le cadre de cette évaluation, Econoler a tenté de dresser un portrait du marché et du potentiel résiduel lié au volet Infrarouge d'Énergir. Econoler a donc analysé les taux de pénétration du volet en utilisant les données sur la clientèle admissible fournies par Énergir. Ces données rassemblent le nombre de clients admissibles au volet Infrarouge en 2022, en fonction du secteur d'activité et les comparent au nombre total de participants uniques au volet pour la période évaluée afin d'établir un taux de pénétration. Les résultats de cette analyse sont présentés dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Taux de pénétration du volet Infrarouge selon la clientèle admissible

Secteurs d'activité	Participants	Clients admissibles	Taux de pénétration
Secteur commercial			
Commercial détail/gros	119	13 132	0,91 %
Transport (hangar, service messenger, etc.)	27	1 307	2,07 %
Entrepreneurs en construction	112	4 194	2,67 %
Garages, stations-service, réparation et entretien	66	3 002	2,20 %
Commercial autres (exploitants de bâtiments variés, restaurants, entreposage, etc.)	210	29 237	0.72%
Sous-total	534	50 872	1,05 %
Secteur industriel			
Agriculture et forêt (élevage)	13	806	1,61 %
Activités manufacturières	86	4 484	1,92 %
Autres industriels	74	3 263	2,27 %
Sous-total	173	8 553	2,02 %
Secteur institutionnel			
Enseignement	2	2 181	0,09 %
Villes/gouvernement/culture et loisirs (centres sportifs, arénas)	14	1 431	0,98 %
Sous-total	16	3 612	0,44 %
Total	723	63 037	1,15 %

Comme le démontrent les données présentées dans le Tableau 5 et bien qu'il soit plus élevé pour le secteur industriel, les taux de pénétrations du volet Infrarouge restent faibles (2 % et moins) pour l'ensemble des secteurs.

Les acteurs du marché et les ingénieurs ont été sondés afin de mieux comprendre dans quel type de bâtiment le taux de pénétration est le plus élevé. La majorité des installateurs et distributeurs (11/15) sont d'avis qu'à l'heure actuelle, le taux de pénétration des appareils de chauffage infrarouge est plus élevé dans les entrepôts. Du côté des ingénieurs, le taux de pénétration est plus élevé dans les garages (82 %), les entrepôts (79 %) et les usines (68 %). Bien que la catégorisation soit moins précise, ces constats rejoignent ceux de l'analyse des secteurs où les taux de pénétration étaient légèrement plus élevés.

Aussi, la majorité des installateurs et distributeurs (13/15) estiment qu'il y a des secteurs qui présentent un fort potentiel pour les appareils de chauffage infrarouge, mais dans lesquels l'infrarouge demeure peu installé. On mentionne notamment les entrepôts, les usines, les garages, les arénas et le petit commercial ou n'importe quel bâtiment ayant un plafond élevé. Ils expliquent ce phénomène principalement par le manque de connaissances concernant la technologie infrarouge ainsi que ses avantages (5/15) et les coûts plus dispendieux, notamment pour l'installation (5/15).

3.1.5 Contexte d'installation

Pour bien comprendre l'impact du volet sur le marché et la façon dont son potentiel peut être exploité davantage, il est important de comprendre le contexte décisionnel dans lequel les appareils à infrarouge sont installés. Les distributeurs et les installateurs se sont prononcés sur l'implication des ingénieurs ou des concepteurs (design-build) dans la décision d'installer un appareil infrarouge dans **un bâtiment existant**. Comme illustré au Tableau 6, leur point de vue diverge quant à l'implication des ingénieurs dans un projet. D'ailleurs, certains confirment que ce sont plutôt les distributeurs et installateurs qui prennent cette décision. La majorité (5/8⁷) estime également que les ingénieurs connaissent peu la technologie de chauffage infrarouge au gaz naturel.

Du côté des ingénieurs, ceux-ci ont été interrogés afin de connaître les principaux acteurs du marché concernés par la décision d'inclure ou non un appareil infrarouge **dans un concept**. La majorité des ingénieurs (87 %) croient qu'ils sont les principaux acteurs du marché concernés par la décision.

Tableau 6 : Acteurs du marché concernés par la décision d'installer un appareil infrarouge

Acteurs du marché	Niveau d'implication des acteurs de marché selon les distributeurs et installateurs	Niveau d'implication des acteurs du marché selon les ingénieurs
Ingénieurs	› Impliqués (3/15) › Rarement impliqués (5/15) › Aucunement impliqués (7/15)	Impliqués (87 %)
Concepteurs		Impliqués (39 %)
Distributeurs	Impliqués (4/15)	Impliqués (29 %)
Installateurs		Impliqués (21 %)

⁷ Base : Distributeurs ou installateurs ayant confirmé qu'un ingénieur est impliqué dans la décision d'installer un appareil infrarouge dans un bâtiment existant.

Énergir ou conseillers Datech	S.O.	Impliqués (21 %)
-------------------------------	------	------------------

Selon l'expert en infrarouge interrogé, les intervenants du marché les mieux placés pour faire la promotion du volet sont les ingénieurs et les entrepreneurs qui font de la conception-construction (design build). La méconnaissance de la technologie et la complexité d'installation représentent des barrières importantes selon l'expert, ce qui rejoint les dires des acteurs du marché.

3.1.6 Notoriété du volet et facteurs décisionnels

La majorité des installateurs et distributeurs disent connaître très ou assez bien le volet (13/15) et en parlent à leurs clients. Plus précisément, seulement deux distributeurs ne parlent pas du volet à leurs clients, car ils font peu de ventes au Québec ou encore en raison du fait que le manufacturier leur fournissant des appareils à infrarouge est admissible au volet depuis peu. Tous les installateurs mentionnent le volet à leurs clients comme argument de vente et la majorité (9/10) affirme que tous leurs projets incluant un appareil de chauffage infrarouge à gaz naturel reçoivent une aide financière d'Énergir. L'installateur qui ne fait pas la demande systématiquement précise que le montant accordé n'en vaille pas toujours la peine selon la valeur du projet.

Plusieurs installateurs et distributeurs (9/15) souhaiteraient obtenir plus d'outils ou de matériel pour faire la promotion du volet. Ils mentionnent notamment leur souhait d'avoir accès à du matériel explicatif sur la technologie infrarouge et ses bénéfices, ainsi qu'une analyse comparative ou des études de cas permettant de comparer les coûts d'exploitation d'un appareil infrarouge à ceux d'un aérotherme, par exemple. Ils précisent aussi que d'avoir le sceau d'Énergir sur ce matériel augmente la crédibilité lors des échanges avec le client.

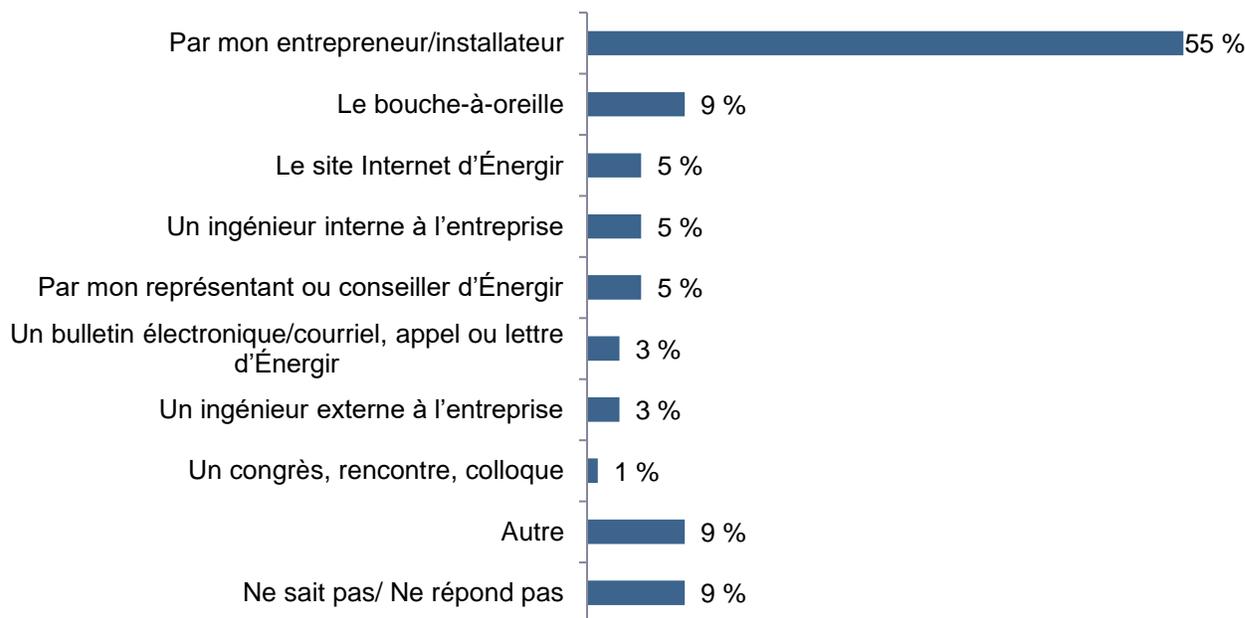
De leur côté, tous les ingénieurs disent connaître la technologie et le marché des appareils. De ce nombre, 24 % des ingénieurs interrogés affirment connaître très ou assez bien le volet et en faire la promotion à leurs clients. Les ingénieurs qui ne font pas ou peu de promotion du volet à leurs clients expliquent que l'utilisation doit être pertinente (47 %), que cela dépend de la rentabilité du projet selon la complexité de l'installation (26 %) ou encore démontrent une préférence pour les solutions sans émission de gaz à effet de serre (GES) (21 %). La majorité des ingénieurs interrogés (58 %) estiment détenir assez de matériel pour en faire la promotion. Ceux qui désirent obtenir davantage d'outils ou de matériel (31 %) souhaiteraient notamment : un calculateur des économies potentielles (63 %), un document résumant les avantages de la technologie infrarouge (50 %), des études de cas démontrant les économies potentielles (25 %) ou encore une aide technique à la conception de ce type d'installation (25 %).

Les résultats présentés à la Figure 5 révèlent l'importance des acteurs du marché dans la promotion du volet infrarouge. En effet, la moitié des participants (55 %) interrogés ont pris connaissance de l'existence du volet par l'intermédiaire d'un entrepreneur ou de leur installateur.

De façon assistée, 20 % des participants ont vu, lu ou entendu une publicité sur le volet Infrarouge

d'Énergir.

Figure 5 : Sources de notoriété du volet infrarouge



Base : l'ensemble des participants (n=80)

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 l'indique la Figure 6, plus des deux tiers des participants (69 %) affirment avoir été conseillés par leur entrepreneur ou leur installateur pour l'achat de leur appareil de chauffage infrarouge à gaz naturel. Il est également à noter que 65 % des participants indiquent qu'un intervenant du marché, tel un installateur, un distributeur, ou une firme d'expert-conseil les a accompagnés dans le processus de demande au volet d'Énergir.

Figure 6 : Acteurs ayant conseillé l'achat d'un appareil infrarouge



Base : l'ensemble des participants (n=80)

Comme l'indique la Figure 7, pour près du tiers des participants, la principale raison d'acquisition de l'appareil de chauffage infrarouge est la diminution de la facture d'énergie. D'autres participants citent l'augmentation du confort ou encore la rapidité de chauffage.

Figure 7 : Raisons d'acquisition d'un appareil infrarouge



Base : l'ensemble des participants (n=80)

3.1.7 Perception envers les appareils à infrarouge

Comme illustré à la Figure 8, les participants, et les acteurs du marché interrogés se sont exprimés sur les avantages et désavantages perçus des appareils de chauffage infrarouge.

Tous confirment que les principaux avantages d'installer un appareil de chauffage infrarouge sont les économies d'énergie et financières réalisées, ainsi que le confort que ce type d'appareil procure aux occupants. D'ailleurs, les acteurs du marché expliquent que l'appareil infrarouge permet d'abaisser l'humidité, ce qui baisse la température de consigne sans affecter le confort, engendrant ainsi des économies, tout comme le mode radiant qui chauffe la masse au lieu de l'air ambiant.

Les acteurs du marché ont mentionné que le principal désavantage est lié aux installations complexes causées par les restrictions de dégagements requis.

Figure 8 : Principaux avantages et désavantages des appareils à infrarouge perçus par les participants et les acteurs du marché

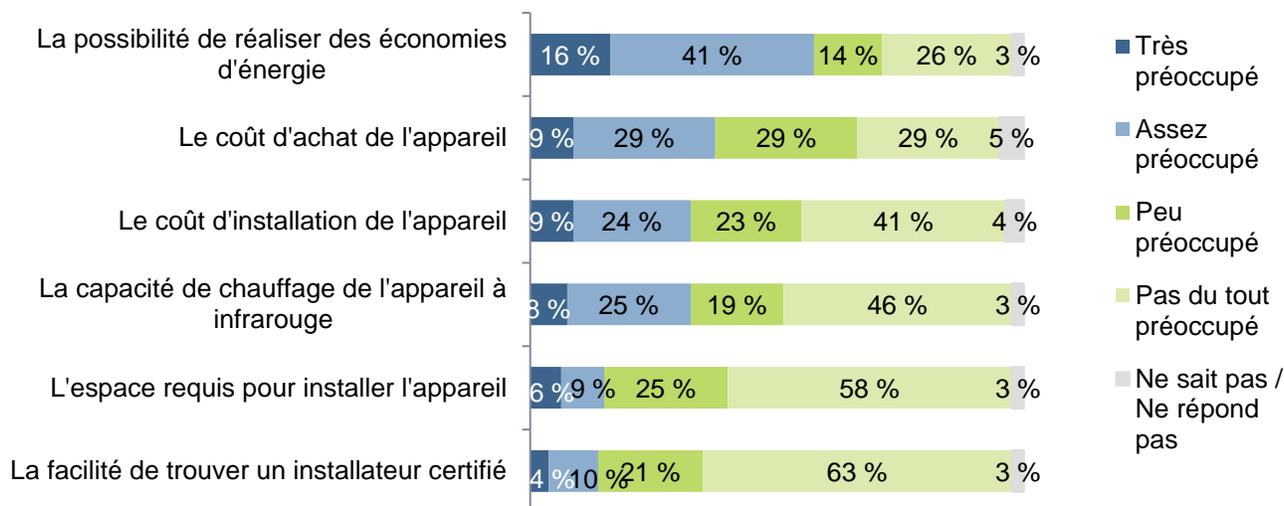
	Participants	Acteurs du marché	Ingénieurs
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Confort et uniformité de la chaleur (51 %) • Rapidité de chauffe (40 %) • Économies d'énergie (31 %) • Économies financières qui en découlent (23 %) 	<ul style="list-style-type: none"> • Économies d'énergie ou financières (12/15) • Confort (11/15) 	<ul style="list-style-type: none"> • Économies d'énergie et efficacité énergétique (50 %) • Avantage lié au confort (37 %)
Désavantages	<ul style="list-style-type: none"> • Intensité de la chaleur directement sous l'appareil (10 %) • Aucun désavantage (51 %) 	<ul style="list-style-type: none"> • Installations complexes causées par les restrictions de dégagements (7/15) • Difficulté de choisir le bon appareil (capacité et application), car le mauvais appareil peut causer l'inconfort des usagers (5/15) 	<ul style="list-style-type: none"> • Installations complexes causées par les restrictions de dégagement (37 %) et aux émissions de GES (32 %)

3.1.8 Barrières à l'adoption de la technologie

Les participants interrogés dans le cadre de cette évaluation ont été questionnés sur leurs préoccupations au moment de considérer l'installation d'un appareil infrarouge.

Selon la Figure 9, en début de projet, les participants se disaient plus préoccupés par l'aspect des économies et des coûts liés à l'installation d'un appareil de chauffage infrarouge que par les aspects techniques liés à l'espace requis pour l'installation ou au fait de trouver un installateur certifié. D'ailleurs, environ la moitié des participants interrogés (55 %) se disaient très ou assez familiarisés avec cette technologie avant d'installer leur nouvel appareil.

Figure 9 : Niveau de préoccupation des participants concernant l'installation d'un appareil infrarouge



Base : l'ensemble des participants (n=80)

Selon les installateurs et distributeurs, la principale raison qui empêche les clients d'acquérir un appareil de chauffage infrarouge est leur méconnaissance de cette technologie et de ses bénéfices (13/15).

Près des trois quarts des ingénieurs (74 %) affirment hésiter à intégrer de tels appareils dans leurs projets en raison de la méconnaissance de la technologie auprès de la clientèle (21 %), du manque d'information sur les économies d'énergie potentielles (13 %) ou encore le coût des appareils (13 %).

La plupart des installateurs et distributeurs (11/15) ne croient pas qu'une autre technologie freine actuellement l'adoption des appareils à infrarouge. L'aérotherme à condensation est perçu par ces derniers comme étant trop complexe et donc plus dispendieux à installer et la majorité d'entre eux ne connaît pas l'infrarouge électrique ou encore juge que sa capacité est limitée. Du côté des ingénieurs, ceux-ci affirment que l'aérotherme standard est la principale technologie qui freine l'acquisition des appareils à infrarouge (47 %).

Les installateurs et distributeurs ont également évalué si le manque de normes pour classer les appareils à infrarouge selon leur qualité ou performance énergétique freine l'adoption des appareils à infrarouge. Selon certains acteurs du marché (6/15), le manque de normes pour classer les appareils à infrarouge peut être un frein secondaire à leur adoption, notamment lorsque le projet inclut un ingénieur qui requiert des normes et explications sur le choix des appareils proposés aux clients. Les ingénieurs sont du même avis, plus du tiers (39 %) estiment que le manque de normes peut être un frein à l'adoption des appareils à infrarouge.

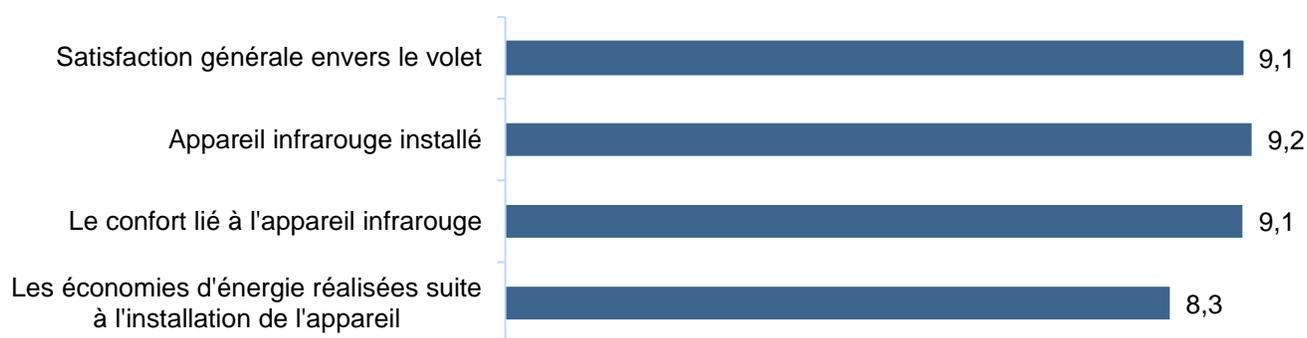
3.1.9 Satisfaction envers le volet

Satisfaction des participants

Selon la Figure 10, en ce qui a trait à l'évaluation générale du volet Infrarouge, le niveau de satisfaction est très élevé parmi les participants. Ils lui ont accordé une note moyenne de 9,1 sur 10⁸. Les participants ont mentionné le bon déroulement du projet (30 %) et leur satisfaction de l'appareil en place (26 %). D'ailleurs, les participants évoquent un fort taux de satisfaction envers l'appareil infrarouge installé ainsi que le confort qu'il procure.

Les participants ont été sondés sur la probabilité qu'ils recommandent le volet à d'autres entreprises et 61 % des répondants ont accordé une note de 10 sur 10 quant à la recommandation de ce volet (note moyenne de 9,2/10⁹).

Figure 10 : Niveau de satisfaction des participants envers le volet Infrarouge



Base : l'ensemble des participants (n=80). Note moyenne

Satisfaction des acteurs du marché

La satisfaction générale des ingénieurs est également relativement élevée, avec une note moyenne de satisfaction de 8,0 sur 10¹⁰. Ils apprécient notamment l'aide financière et la simplicité du processus.

Le niveau de satisfaction envers le volet est un peu moindre chez les installateurs et distributeurs, avec une note moyenne de 7,6 sur 10. Ceux qui se disent moins satisfaits expliquent notamment que l'aide financière pourrait être bonifiée. Quelques-uns mentionnent aussi la suggestion de faire connaître davantage la technologie infrarouge ainsi que ses bénéfices afin de faire croître les ventes.

⁸ Selon une échelle de 1 à 10, où 1 signifie « Pas du tout satisfait » et 10 « Entièrement satisfait ».

⁹ Selon une échelle de 1 à 10, où 1 signifie « Pas du tout probable » et 10 « Extrêmement probable ».

¹⁰ Base : ingénieurs qui connaissent le volet (n=26).

3.1.10 Suggestions d'amélioration

Les intervenants interrogés ont été invités à suggérer des actions qu'Énergir pourrait mettre en place afin d'inciter les clients Affaires à installer davantage d'appareils à infrarouge. Selon les éléments énumérés dans le tableau ci-dessous, ils suggèrent d'abord de promouvoir les avantages de cette technologie auprès des clients et des divers intervenants appelés à inclure ce type d'appareil dans leurs projets. La promotion du volet fait également partie des recommandations ainsi que la hausse des montants d'aide financière. Les ingénieurs ont également émis quelques suggestions d'outils techniques leur permettant de mieux effectuer leur travail (ex. : études de cas et calculateur d'économies potentielles).

Tableau 7 : Suggestions d'actions pour inciter l'achat d'appareils

Suggestions	Participants (%)	Acteurs du marché (nb mentions)	Ingénieurs (%)
Promouvoir les avantages de cette technologie (ex. : confort/économies potentielles/formation)	-	9/15	24 %
Faire plus de promotion/promouvoir le volet	13 %	4/15	16 %
Hausser les montants d'aide financière	13 %	4/15	8 %
Rendre disponibles des études de cas démontrant les économies potentielles vs la technologie traditionnelle	-	-	24 %
Faciliter le calcul des économies potentielles	-	-	8 %
Aucune suggestion ou ne sait pas	64 %	-	39 %

Base : l'ensemble des participants (n=80), acteurs du marché (n=15) et ingénieurs (n=38)

Note : le total peut excéder le nombre de personnes interrogées en raison des mentions multiples.

3.2 Coût incrémental

Le coût incrémental représente le coût supplémentaire associé à l'installation d'un appareil infrarouge par rapport à un appareil de chauffage conventionnel, l'aérotherme à efficacité standard dans le cas présent (voir explications à la section 3.4.2). Il inclut le coût incrémental associé à l'achat de l'appareil ainsi qu'à son installation.

Le coût incrémental associé à l'achat a été calculé à l'aide de données fournies par Énergir :

- › Le coût des appareils à infrarouge a été déterminé à partir de la liste des produits admissibles au volet, qui contient les données de coût d'achat de plusieurs appareils. Ces données ont été collectées en octobre 2022 auprès des distributeurs.

- › Le coût de l'aérotherme équivalent a été calculé à partir des données de coût d'achat d'appareils de chauffage conventionnels, dont les aérothermes à efficacité standard, provenant d'une étude menée par Énergir en 2020. Les données ont permis d'établir une équation permettant de calculer le coût d'un aérotherme à efficacité standard en fonction de sa capacité. Pour estimer la capacité équivalente de l'aérotherme à partir de celle d'un appareil infrarouge, Econoler a utilisé le même facteur de compensation que pour le calcul du gain unitaire, soit 0,85. Ce facteur de compensation est lié à la différence entre le chauffage infrarouge et le chauffage à convection standard tel un aérotherme. Comme l'infrarouge ne chauffe pas l'air ambiant, mais chauffe les objets de façon directe, le dimensionnement de l'appareil de chauffage infrarouge est réduit comparativement à un appareil de chauffage standard en utilisant le facteur de compensation. Celui-ci varie en fonction de l'efficacité radiante de l'appareil ainsi que de la hauteur d'installation de l'appareil infrarouge.

La différence entre ces deux coûts permet d'obtenir le coût incrémental associé à l'achat de chaque appareil infrarouge dans la base de données. La moyenne pondérée en fonction du nombre d'appareils a ensuite été calculée pour chaque catégorie d'aide financière (< ou > à 100 000 Btu/h). Afin de valider ces coûts incrémentaux, Econoler a sondé les acteurs du marché sur les coûts d'achat d'un appareil à infrarouge typique de 150 kBtu/h par rapport à un aérotherme standard d'une capacité équivalente, soit 175 kBtu/h. La grande majorité des acteurs ont offert des valeurs semblables à celles calculées à partir de données fournies par Énergir, ce qui permet de conclure que le coût incrémental calculé représente bien la situation du marché.

Pour ce qui est du coût incrémental lié à l'installation, Econoler a sondé les installateurs et distributeurs d'appareils à infrarouge afin de comprendre le travail additionnel requis comparé à l'installation d'un appareil standard. Ceux-ci évaluent un surplus de travail d'une demi-journée à une journée pour l'installation d'un appareil infrarouge comparativement à un aérotherme, en raison notamment de la recherche d'ancrages au plafond pour cet appareil qui s'avère plus volumineux. Les installateurs estiment que cela engendre un coût incrémental allant de 300 \$ à 800 \$, dépendant du type d'installation plutôt que de la capacité de l'appareil. Le coût incrémental moyen d'installation obtenu en interrogeant les installateurs et distributeurs est proche du surcoût de 600 \$ utilisé par Énergir dans le suivi interne; Econoler recommande donc de continuer à utiliser cette valeur.

Le Tableau 8 présente le coût incrémental associé à l'achat et à l'installation d'un appareil infrarouge, calculé pour les deux catégories d'appareils subventionnés par Énergir, ainsi que pour l'ensemble des appareils. Bien que le coût d'achat varie en fonction de la capacité de l'appareil, le coût incrémental est peu affecté, car le coût d'achat d'un appareil conventionnel varie de façon proportionnelle. Pour ce qui est du coût incrémental d'installation, celui-ci n'est pas affecté par la capacité, car il est lié aux coûts d'installation en hauteur et à la nécessité d'installer des attaches appropriées; ce coût varie en fonction du nombre d'appareils installés plutôt que de la capacité unitaire de l'appareil. Le coût incrémental d'achat de l'appareil infrarouge diminue légèrement avec l'augmentation de la capacité; ceci est causé par la variation linéaire du coût d'achat des appareils standard avec la capacité, alors que le coût d'achat des appareils à infrarouge varie peu en fonction de la capacité, mais varie davantage en fonction de la gamme d'appareils (qualité des matériaux, type de contrôle, efficacité radiante). Bien que ceci soit basé sur un petit échantillon de données, le coût incrémental semble être beaucoup plus élevé pour les appareils à deux stages, et encore plus pour ceux modulants ou avec une efficacité radiante brute (GRC) > 0,67.

Tableau 8 : Coût incrémental moyen

Catégorie d'appareil	Capacité moyenne	Coût incrémental d'achat	Coût incrémental d'installation	Coût incrémental moyen
Capacité < 100 kBtu/h	70 kBtu/h	790 \$	600 \$	1 390 \$
Capacité > 100 kBtu/h	160 kBtu/h	740 \$	600 \$	1 340 \$
Volet entier	150 kBtu/h	740 \$	600 \$	1 340 \$
<i>Suivi interne</i>	<i>150 kBtu/h</i>	<i>460 \$</i>	<i>600 \$</i>	<i>1 060 \$</i>

3.3 Modalités d'aide financière

La présente évaluation inclut une analyse de l'aide financière actuellement offerte par Énergir pour l'achat et l'installation d'appareils de chauffage infrarouge. Pour ce faire, Econoler a réalisé un balisage auprès d'autres juridictions, a sondé les acteurs du marché et a calculé la portion du coût incrémental couverte par l'aide financière.

Balisage auprès d'autres juridictions

Afin de comparer l'aide financière offerte par Énergir, un balisage a été effectué auprès de juridictions offrant une aide financière pour les appareils de chauffage infrarouge à gaz naturel destiné aux secteurs CII. Toutes les juridictions nord-américaines pour lesquelles l'information était publiquement disponible ont été incluses dans le balisage.¹¹

¹¹ Bien que le programme d'appareils à infrarouge d'Enbridge (Ontario) ne soit plus disponible, car celui-ci est maintenant inclus dans le programme sur mesure, le manuel technique datant de 2020 détaille le calcul à utiliser pour ces appareils, qui est développé dans la section 3.4.

Comme présenté dans le Tableau 9, les données recueillies au cours de ce balisage indiquent que l'aide financière est souvent fixe (cinq cas sur huit) et limitée aux appareils à basse intensité (sept cas sur huit). Pour les trois juridictions où l'aide financière varie, les catégories sont établies en fonction de la capacité de l'appareil et selon le nombre de stages de l'appareil dans le cas d'une de ces trois juridictions. L'aide financière offerte varie de 250 \$ à 1 000 \$ par appareil selon les juridictions, avec une aide financière moyenne offerte de 650 \$. Énergir offre une aide financière de 200 \$ pour les appareils de moins de 100 000 Btu/h et de 500 \$ pour ceux de 100 000 Btu/h et plus. Au cours de la période évaluée, l'aide financière moyenne octroyée était de 477 \$ par appareil.

Tableau 9 : Données recueillies lors du balisage sur l'aide financière

Juridiction	Distributeur/utilité publique	Critères			Catégorie	Montant de l'aide financière
		Capacité	Nombre de stages	Basse intensité		
Québec	Énergir	√			Moins de 100 kBtu/h	200 \$
					100 kBtu/h et plus	500 \$
Saskatchewan	SaskEnergy	√	√		40 kBtu/h ou plus, 1 stage	600 \$
					40 kBtu/h ou plus, 2 stages	1 000 \$
New Jersey*	New Jersey's Clean Energy	√		√	100 kBtu/h ou moins	500 \$
					Plus de 100 kBtu/h	300 \$
Minnesota*	Minnesota Energy Resources			√	Tous	250 \$
Illinois*	Nicor Gas			√	Tous	700 \$
Massachusetts*	Mass Save			√	Tous	750 \$
New Hampshire*	NH Saves			√	Tous	750 \$
Connecticut*	EnergizeCT	√		√	50 kBtu/h ou moins	500 \$
					Entre 50 et 150 kBtu/h	550 \$
					Entre 150 et 175 kBtu/h	650 \$
					Plus de 175 kBtu/h	850 \$
New York*	National Grid			√	Tous	700 \$

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

Perspective des acteurs du marché

Les acteurs du marché ont été interrogés sur leur satisfaction à l'égard du montant de l'aide financière accordé dans le cadre du volet Infrarouge. Les distributeurs et installateurs interrogés ont émis une note moyenne de satisfaction de 6,1 sur 10 et les ingénieurs ont donné une note moyenne de 7,3 sur 10¹². Les acteurs du marché qui se disent moins satisfaits expliquent notamment que l'aide financière pourrait être bonifiée (ex : montants doublés, 9 mentions) ou encore ajustée en pourcentages selon le coût d'achat des appareils à infrarouge (4 mentions) avec l'objectif de les rendre plus attrayants que les aérothermes (1 mention). Deux acteurs du marché suggèrent de revoir les montants de l'aide financière en fonction de caractéristiques liées à l'efficacité de l'appareil :

« Faire plus de différences entre un stage, deux stages et modulants ».

« Plus d'écart entre les subventions selon la qualité/efficacité de l'appareil »

De plus, deux distributeurs et installateurs affirment que l'aide financière pourrait être bonifiée afin de compenser les coûts d'installation plus importants et ainsi prendre en compte la préoccupation principale des clients, soit le coût total de l'installation d'un appareil infrarouge par rapport à celui d'un aérotherme.

Lors des entrevues, les distributeurs et installateurs ont également été questionnés sur le critère ayant le plus d'impact sur le coût des appareils à infrarouge. Selon eux, l'efficacité de radiation de l'appareil infrarouge est le critère ayant le plus d'impact (9 mentions), suivi de la capacité de l'appareil (6 mentions). Ceci rejoint l'avis de l'expert du marché interrogé, pour qui l'efficacité de radiation impacte le coût, notamment par le choix des matériaux utilisés.

Les participants ont également été interrogés sur leur satisfaction à l'égard de l'aide financière reçue et ont émis une note moyenne de satisfaction de 8,2 sur 10 pour le volet Infrarouge.

Portion du coût incrémental couverte par l'aide financière

Econoler a analysé la portion du coût incrémental des appareils à infrarouge couverte par l'aide financière. Comme présenté au Tableau 10, en tenant compte à la fois du coût d'achat et du coût d'installation de l'appareil, l'aide financière couvre en moyenne 38 % des coûts incrémentaux totaux. Plus spécifiquement, l'aide financière offerte permet de couvrir 15 % du coût incrémental moyen pour les appareils à infrarouge de moins de 100 kBtu/h, alors qu'elle permet de couvrir 40 % du coût incrémental moyen pour les appareils de 100 kBtu/h et plus. Cela s'explique par le fait que le coût incrémental moyen varie très peu en fonction de la taille de l'appareil, contrairement au montant d'aide financière.

¹² Cette question de satisfaction a été posée aux ingénieurs qui connaissent le volet Infrarouge (n=26)

Tableau 10 : Portion du coût incrémental couverte par l'aide financière

Capacité	Coût incrémental moyen	Aide financière moyenne	Couverture moyenne de l'aide financière
Moins de 100 kBtu/h	1 390 \$	200 \$	14 %
100 kBtu/h et plus	1 340 \$	500 \$	37 %
Total	1 340 \$	477 \$	36 %

Constats

À la lumière des résultats de l'analyse ci-dessus, Econoler constate que l'aide financière offerte par Énergir pour les appareils à infrarouge pourrait être améliorée. Bien que les participants soient relativement satisfaits de l'aide financière (8,2 sur 10), les acteurs du marché donnent des notes plus faibles (6,1 sur 10 pour les installateurs/distributeurs et 7,3 sur 10 pour les ingénieurs) et suggèrent de la bonifier. L'aide financière est surtout faible pour les appareils de moins de 100 000 Btu/h, ne couvrant que 15 % du coût incrémental et étant inférieure à toutes les autres aides financières recensées parmi les juridictions nord-américaines (200 \$ versus 250 \$ à 1 000 \$ ailleurs). Si Énergir souhaitait encore moduler son aide financière, mais selon un autre critère que la capacité, celle-ci pourrait le faire pour encourager l'installation d'appareils à infrarouge à plus haute performance énergétique. L'efficacité de radiation ou le nombre de stades pourraient être des critères à considérer, mais il faudrait d'abord mieux les documenter.

3.4 Impact énergétique brut

L'évaluation de l'impact énergétique brut 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 2018 au moyen d'une revue de la littérature. Une valeur de 0,00803 m³/Btu/h avait été retenue, soit celle calculée en utilisant la même méthode qu'Enbridge dans son Demand Side Management (DSM) Plan avec des paramètres adaptés au Québec.

Pour la présente évaluation, Econoler a révisé l'ensemble des paramètres utilisés dans le calcul du gain énergétique unitaire moyen.

3.4.1 Équation pour le calcul du gain énergétique

Les équations suivantes résument le calcul utilisé pour obtenir le gain énergétique brut associé à l'installation d'un appareil infrarouge. Elles reposent sur l'hypothèse que la capacité de la base de référence est supérieure à celle des appareils installés, ce qui explique le gain engendré par cette mesure. La différence de capacité est reflétée dans le choix du facteur de compensation.

Le gain énergétique est calculé de la façon suivante :

$$\text{Gain par appareil} \left(\frac{m^3}{\text{appareil}} \right) = \text{Consommation}_{\text{Réf}} (m^3) - \text{Consommation}_{\text{IR}} (m^3)$$

Cette équation est développée en fonction des paramètres influençant la consommation :

$$\text{Gain par appareil} \left(\frac{m^3}{\text{appareil}} \right) = \frac{\text{Capacité}_{\text{Réf}}}{35\,913 \frac{\text{Btu}}{m^3}} \times \frac{1}{\text{Eff}_{\text{Réf}}} \times \text{Heures}_{\text{Réf}} - \frac{\text{Capacité}_{\text{IR}}}{35\,913 \frac{\text{Btu}}{m^3}} \times \frac{1}{\text{Eff}_{\text{IR}}} \times \text{Heures}_{\text{IR}}$$

En considérant l'hypothèse que les heures d'exploitation sont équivalentes pour l'appareil infrarouge et l'appareil standard¹³, et que la capacité de référence est égale à la capacité infrarouge multipliée par le facteur de compensation, l'équation devient :

$$\text{Gain par appareil} \left(\frac{m^3}{\text{appareil}} \right) = \frac{\left(\frac{\% \text{Eff}_{\text{IR}}}{\% \text{Eff}_{\text{Réf.}} \times \text{Facteur}} - 1 \right) \times \left(\frac{\text{Heures}}{\text{an}} \right)}{35\,913 \frac{\text{Btu}}{m^3}} \times \text{Capacité} \left(\frac{\text{Btu}}{h} \right)$$

Où :

- › Le **% Eff_{IR}** correspond à l'efficacité thermique moyenne des appareils à infrarouge installés;
- › Le **% Eff_{Réf}** correspond à l'efficacité thermique des appareils de chauffage conventionnels, qui représentent la base de référence;
- › Les **Heures/an** correspondent à la moyenne d'heures annuelles de fonctionnement des appareils à infrarouge installés;
- › Le **35 913 Btu/m³** correspond au pouvoir calorifique utilisé pour le gaz naturel¹⁴;
- › La **Capacité** correspond à la capacité moyenne des appareils à infrarouge installés.

3.4.2 Paramètres de calcul

Les sections qui suivent présentent les paramètres utilisés pour le calcul du gain unitaire selon l'équation présentée à la section 3.4.1.

Efficacité thermique de l'appareil à infrarouge

Dans son suivi interne, Énergir utilise une efficacité de référence de 82 % pour l'ensemble des appareils à infrarouge installés, basée sur une revue de la littérature et des sites Web des principaux fabricants.

¹³ Les juridictions étudiées utilisent les mêmes heures d'opération pour les appareils standard et les appareils infrarouge. Bien qu'il soit possible que les heures d'opération diffèrent, aucune étude n'existe pour démontrer cette différence potentielle. L'hypothèse de similitude des heures d'opération a donc été jugée acceptable.

¹⁴ Valeur fournie par Énergir.

L'efficacité thermique des appareils de chauffage infrarouge est peu documentée, et ne figure pas dans les fiches techniques des modèles les plus fréquemment installés. Econoler a donc choisi de continuer à utiliser une efficacité thermique moyenne de 82 % provenant de la littérature¹⁵. Lorsque les fabricants en font mention sur leur site Web, une efficacité thermique de 82 % semble être la moyenne pour les appareils de chauffage infrarouge, avec une gamme d'efficacités thermiques allant de 75 % à 89 %. L'efficacité thermique des appareils à infrarouge contribue peu au gain énergétique, le facteur de compensation étant l'élément central du calcul, car celui-ci permet de prendre en compte l'efficacité radiante de l'appareil infrarouge, qui représente le principal gain d'efficacité comparativement à un appareil standard.

Tableau 11 : Efficacité des appareils à infrarouge installés

	% Eff _{IR}
Évaluation	82 %
<i>Suivi interne</i>	82 %

Efficacité thermique de l'appareil de chauffage conventionnel (base de référence)

Dans son suivi interne, Énergir utilise une efficacité de référence de 80 % pour la base de référence du volet, qui est représentée par un aérotherme au gaz naturel à efficacité standard. Une revue de la littérature et de l'évaluation la plus récente du volet Aérothermes à condensation ont permis de réviser l'efficacité de la base de référence.

Toutes les juridictions répertoriées utilisent un aérotherme standard comme système de chauffage conventionnel (base de référence), avec une efficacité de référence variant entre 80 % et 83 %. Lorsqu'interrogés, les participants et les acteurs du marché considèrent majoritairement (50 % des participants, 76 % des ingénieurs et 13 sur 15 installateurs/distributeurs) l'aérotherme standard comme étant la technologie de référence.

Lors de l'évaluation du volet Aérothermes à condensation, la valeur de 82 % avait été retenue comme efficacité de référence pour les aérothermes standard. Il est donc recommandé d'augmenter l'efficacité de référence à 82 % pour le calcul du gain énergétique du volet Infrarouge. Le Tableau 12 résume la valeur d'efficacité de référence utilisée pour le volet.

Tableau 12 : Efficacité de référence

	% Eff _{Réf.}
Évaluation	82 %
<i>Suivi interne</i>	80 %

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

Facteur de compensation

Dans son suivi interne, Énergir utilise un facteur de compensation de 0,85, basé sur celui utilisé en Ontario. Econoler a réalisé une revue de la littérature pour confirmer qu'un tel facteur est encore utilisé ainsi que la valeur la plus adéquate pour le volet Infrarouge d'Énergir.

Le facteur de compensation continue d'être utilisé dans la plupart des juridictions proposant une aide financière pour les appareils à infrarouge. Le facteur de compensation utilisé provient de diverses données et études, dont celles de l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Ce facteur est 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 pièce¹⁶. Comme mentionné précédemment, le facteur de compensation prend en compte le fait que l'infrarouge ne chauffe pas l'air ambiant, mais chauffe les objets de façon directe. Il varie en fonction de l'efficacité radiante de l'appareil ainsi que de la hauteur d'installation de l'appareil infrarouge.

Dans son manuel de référence technique le plus récent, l'Ontario utilise un facteur de compensation de 85 % pour les appareils à infrarouge de type basse intensité un stage, ce qui représente la technologie la plus souvent installée dans le cadre du volet, et un facteur de compensation de 83 % pour les appareils à infrarouge de type basse intensité deux stages. Nicor Gas (Illinois) utilise également un facteur de compensation de 85 % pour les appareils ayant une GRC¹⁷ de moins de 67 %, et introduit un facteur de compensation de 70 % pour les appareils ayant une efficacité radiante brute de 67 % et plus.

Pour la période évaluée, Econoler propose d'introduire les nouveaux facteurs de compensation pour les appareils plus efficaces de l'Ontario et de l'Illinois et de pondérer le facteur de compensation en fonction du type d'appareil installé. Le Tableau 13 résume le facteur de compensation moyen à utiliser pour le volet. Ce dernier reste à 0,85 étant donné que la majorité des appareils installés sont à un stage, mais il pourrait éventuellement être moindre si de plus en plus d'appareils à deux stages, modulants ou avec une efficacité radiante brute de 67 % et plus étaient installés.

Tableau 13 : Facteur de compensation

Type de contrôle ou niveau d'efficacité	Proportion des appareils installés ¹⁸	Facteur de compensation
1-stage	81 %	0,85
2-stage ou modulant	19 %	0,83
GRC \geq 0,67	<1 %	0,70
Évaluation	100 %	0,85
<i>Suivi interne</i>	-	<i>0,85</i>

¹⁶ Space Ray, *Infrared Heating Engineering Manual*.

¹⁷ L'efficacité radiante brute (*gross radiant coefficient* ou GRC) est mesurée selon la norme ANSI-AHRI 1330-2015.

¹⁸ Ces caractéristiques n'étant pas disponibles dans la base de données, Econoler a défini les caractéristiques de 84 modèles parmi les plus installés, représentant 79 % des appareils installés durant la période évaluée.

Heures de fonctionnement

Le suivi interne du volet estime 1 400 heures annuelles de fonctionnement en moyenne pour les appareils à infrarouge, valeur qui est basée sur l'analyse de facturation qui avait été effectuée en 2016 pour le volet Aérothermes à condensation et ajustée pour prendre en compte les heures de fonctionnement d'un aérotherme standard.

Les heures annuelles de fonctionnement utilisées par les juridictions répertoriées pour calculer des consommations de chauffage correspondent souvent à des valeurs théoriques, établies en fonction des degrés-jours de chauffage pour une zone climatique donnée. Ces valeurs varient entre 1 144 heures par an et 1 890 heures par an, en fonction de la zone climatique ainsi que du type de bâtiment.

Plutôt que d'utiliser des valeurs théoriques, Econoler juge adéquat d'utiliser les heures de fonctionnement calculées lors de l'évaluation du volet Aérothermes à condensation puisque celles-ci ont été calculées à l'aide d'une analyse de données de facturation pour des bâtiments sur le territoire d'Énergir. Econoler a donc mis à jour les heures annuelles de fonctionnement utilisées avec celles obtenues lors de la plus récente évaluation du volet Aérothermes à condensation réalisée en 2020¹⁹. Une moyenne d'heures annuelles de fonctionnement de 1 353 heures a été établie pour les aérothermes et celles-ci ont été ajustées pour prendre en compte la différence d'efficacité (et donc des heures de fonctionnement) avec un aérotherme standard. Par conséquent, les heures annuelles de fonctionnement à utiliser dans l'équation du gain unitaire sont établies à 1 500 heures.²⁰ Cette valeur est la même que les 1 500 heures par an utilisées par Enbridge en Ontario.

Tableau 14 : Heures de fonctionnement

	Heures/an
Évaluation	1 500
<i>Suivi interne</i>	1 400

Capacité moyenne par appareil

Comme mentionné dans la section 3.1.2 et présenté dans le Tableau 15 ci-dessous, les appareils à infrarouge installés dans le cadre du volet ont une capacité moyenne de 150 kBtu/h, ce qui correspond à la capacité moyenne du suivi interne obtenue lors de la dernière évaluation.

¹⁹ SOM. Rapport d'évaluation – Volet Aérothermes à condensation. 3 décembre 2020.

²⁰ Valeur arrondie et calculée à partir de l'équation suivante :

$$\left(\frac{\text{Heures}}{\text{an}}\right)_{\text{Aéro Conv}} = \left(\frac{\text{Heures}}{\text{an}}\right)_{\text{Aéro Cond}} \times \frac{\%Eff_{\text{cond}}}{\%Eff_{\text{std}}} = 1\,353 \frac{h}{\text{an}} \times \frac{93\%}{82\%} = 1\,534 \frac{h}{\text{an}}$$

Tableau 15 : Capacité moyenne par appareil

	Capacité
Évaluation	150 kBtu/h
<i>Suivi interne</i>	<i>150 kBtu/h</i>

3.4.3 Économie unitaire brute

Le Tableau 16 résume la valeur utilisée pour chacun des paramètres de l'équation du gain énergétique à la suite des travaux présentés à la section précédente ainsi que le résultat du calcul du gain énergétique unitaire brut associé à l'appareil à infrarouge.

Tableau 16 : Résumé des paramètres et calcul du gain énergétique

Paramètre	Valeur de l'évaluation	Valeur du suivi interne
Efficacité des appareils à infrarouge installés (%Eff _{IR})	82 %	82 %
Efficacité de référence (%Eff _{Réf.})	82 %	80 %
Facteur de compensation (<i>Facteur</i>)	0,85	0,85
Heures de fonctionnement (<i>Heures/an</i>)	1 500 h/an	1 400 h/an
Gain par capacité	0,00737 m ³ /Btu/h	0,00803 m ³ /Btu/h
Capacité moyenne par appareil	150 kBtu/h	150 kBtu/h
Gain unitaire moyen par appareil	1 106 m³	1 205 m³

Le gain unitaire moyen par appareil a légèrement diminué comparé à la dernière évaluation, car l'augmentation des heures de fonctionnement est contrebalancée par l'augmentation de l'efficacité de la base de référence.

3.4.4 Durée de vie

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 Infrarouge. Afin de réviser cette valeur, Econoler a effectué une revue de la littérature.

Le Tableau 17 présente les résultats de la revue de la littérature pour les appareils de chauffage infrarouge à gaz naturel.

Tableau 17 : Durée de vie utile des appareils à infrarouge

Juridiction	Distributeur/Utilité publique	Durée de vie
Québec	Énergir	17 ans
New York and Long Island	National Grid	17 ans
Connecticut	EnergizeCT	15 ans
Minnesota	Minnesota Energy Resources ²¹	15 ans
Illinois	Nicor Gas ²²	15 ans
Massachusetts	Mass Save ²³	17 ans
New Jersey	Cleanenergy	15 ans
New Hampshire	NH Saves	17 ans

La revue de la littérature présente des durées de vie de 15 à 17 ans, avec une majorité à 17 ans. Au vu des données recueillies lors de la revue de la littérature, la durée de vie de 17 ans pour les appareils de chauffage infrarouge admissibles au volet est conservée.

Tableau 18 : Durée de vie retenue

	Durée de vie
Évaluation	17 ans
<i>Suivi interne</i>	<i>17 ans</i>

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

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 Infrarouge offert par Énergir.

²¹ Focus on Energy Evaluation, Business Programs: Measure Life Study, August 25, 2009.

²² 2020 Michigan Energy Measures Database (MEMD).

²³ Massachusetts Electric and Gas Energy. *Massachusetts Technical Reference Manual for Estimating Savings from Energy Efficiency Measures*. 2016-2018 Program Years – Plan Version, October 2015.

Pour mesurer le taux d'opportunisme, Econoler a utilisé l'approche méthodologique d'évaluation des effets de distorsion développée dans le cadre de l'Examen administratif 2010 des rapports d'évaluation de programmes du PGEÉ d'Énergir²⁴ et approuvée par la Régie de l'énergie. Cette méthode se base sur une approche d'auto-évaluation qui consiste à poser aux participants une série de questions lors de sondages ou d'entrevues.

Pour la présente évaluation, le taux d'opportunisme a été mesuré lors du sondage téléphonique réalisé auprès de 80 participants au volet Infrarouge. Les questions posées aux participants ont servi à 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 : si le participant avait prévu acquérir un autre type d'appareil d'efficacité standard;
- › La période d'installation : le moment auquel le participant aurait installé un appareil infrarouge si le volet n'avait pas existé;
- › La quantité : la quantité d'appareils 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.

En fonction des réponses données aux variables étudiées, Econoler a calculé un taux d'opportunisme pour chaque participant interrogé. Le taux d'opportunisme du volet a ensuite été établi en calculant la moyenne pondérée des taux d'opportunisme définis pour chaque participant interrogé en fonction des économies d'énergie de chacun.

Le taux d'opportunisme mesuré pour la période évaluée est de 23 %. À titre comparatif, le taux d'opportunisme était de 21 % lors de la dernière évaluation.

Tableau 19 : Taux d'opportunisme pour le volet Infrarouge

	Taux d'opportunisme
Résultant de l'évaluation	23 %
<i>Suivi interne</i>	<i>21 %</i>

²⁴ Société en commandite Gaz Métro, Révision des méthodologies d'évaluation des effets de distorsion des programmes du PGEÉ de Gaz Métro, Examen administratif 2010 des rapports d'évaluation de programmes du PGEÉ et du FEÉ de Gaz Métro, 7 avril 2010.

3.5.2 Effet d'entraînement

L'effet d'entraînement désigne un participant à un programme qui met en place d'autres mesures visées par le programme sans se prévaloir à nouveau de l'aide offerte. Pour la présente évaluation, le taux d'entraînement a été calculé à partir des réponses reçues lors du sondage téléphonique auprès des mêmes participants que ceux interrogés pour le taux d'opportunité. Econoler a utilisé la même méthodologie de calcul de l'effet d'entraînement que celle utilisée lors de la dernière évaluation et décrite dans le document des méthodologies d'évaluation des effets de distorsion²⁵.

Pour déterminer si un participant a généré de l'entraînement, il lui a été demandé s'il avait installé d'autres appareils de chauffage infrarouge, sans avoir fait de demande d'aide financière, et ce, grâce à l'influence du volet. Chaque appareil correspondant à ces critères a ensuite été multiplié par le niveau d'influence déclaré. L'effet d'entraînement correspond au ratio des appareils « entraînés » sur le total des appareils installés dans le cadre du volet.

Des 80 participants interrogés, deux ont entrepris d'installer de nouveaux appareils à infrarouge à la suite de leur expérience avec le volet d'Énergir et en raison de son influence. Sur la base des quantités et du niveau d'influence déclarés, l'effet d'entraînement mesuré est de 5 %, tel que présenté au Tableau 20. À titre comparatif, le taux utilisé par Énergir dans son suivi interne est de 0 %.

Tableau 20 : Effet d'entraînement pour le volet Infrarouge

	Taux d'entraînement
Résultat de l'évaluation	5 %
<i>Suivi interne</i>	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 2022, 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 affaires a été réalisé pour identifier ceux qui auraient installé des appareils de chauffage infrarouge sous l'influence du volet, sans toutefois y participer.

²⁵ Société en commandite Gaz Métro, Révision des méthodologies d'évaluation des effets de distorsion des programmes du PGEÉ de Gaz Métro, Examen administratif 2010 des rapports d'évaluation de programmes du PGEÉ et du FEÉ de Gaz Métro, 7 avril 2010.

Le Tableau 21 présente le bénévolat estimé en 2022 pour le volet Infrarouge. L'effet de bénévolat est de 0 m³ par an, c'est-à-dire que le volet n'a pas influencé des non-participants à installer des appareils de chauffage infrarouge par eux-mêmes.

Tableau 21 : Bénévolat pour le volet Infrarouge

	Bénévolat
Résultat mesuré par Énergir	0 m ³
Note : La même valeur est utilisée pour le suivi interne et l'évaluation.	

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le volet Infrarouge et la technologie qu'il promeut sont perçus de façon positive par les participants et les acteurs du marché qui reconnaissent les avantages relatifs aux économies d'énergie et au confort. Les résultats de l'évaluation révèlent également un niveau de satisfaction très élevé de la part des participants à l'égard du volet et de la technologie.

Présent sur le marché depuis près de vingt ans, le volet Infrarouge montre toutefois un déclin du nombre d'appareils installés de 30 % sur la période évaluée comparativement à l'évaluation précédente. Environ 390 appareils ont été subventionnés par année, pour un total de 1 961 appareils à infrarouge, ce qui est en dessous de la cible fixée par Énergir. De plus, l'évaluation démontre que le taux de pénétration des appareils à infrarouge sur le marché est faible, avec un taux de pénétration de 1,2 % pour l'ensemble de la période évaluée. Il y a donc un fort potentiel à exploiter et l'évaluation souhaitait mieux comprendre comment y parvenir.

Les acteurs du marché estiment qu'il y a un fort potentiel pour les appareils de chauffage infrarouge dans les secteurs où les bâtiments ont des plafonds élevés (entrepôts, usines, garages, arénas, etc.), mais dans lesquels la technologie infrarouge demeure peu installée. Ils expliquent ce phénomène principalement par le manque de connaissances concernant la technologie infrarouge et les coûts plus dispendieux, notamment pour l'installation de celle-ci. La technologie des appareils à infrarouge reste peu comprise par le marché, la possibilité de réaliser des économies d'énergie représentant la principale barrière selon les participants sondés, devançant le coût d'achat et d'installation de l'appareil infrarouge.

Les installateurs et les distributeurs sont moins satisfaits du volet Infrarouge que les participants, et souhaiteraient plus d'outils ou de matériel pour faire la promotion du volet. Ils mentionnent notamment l'accès à du matériel explicatif sur la technologie infrarouge et ses bénéfices, ainsi que des études de cas permettant de comparer les coûts d'exploitation d'un appareil infrarouge à ceux d'un aérotherme. Ces outils pourraient permettre de faire connaître plus facilement la technologie dans le marché.

Les distributeurs et les installateurs sont des acteurs clés dans la promotion du volet. En effet, plus de la moitié des participants affirment avoir été conseillés par leur installateur ou entrepreneur pour l'achat d'un appareil infrarouge. Les ingénieurs semblent aussi prendre part au processus décisionnel dans la conception de projets qui pourraient inclure des appareils de chauffage infrarouge. Bien que certains ingénieurs connaissent le volet Infrarouge, la plupart (74 %) affirment hésiter à intégrer de tels appareils dans leurs projets en raison de la méconnaissance de la technologie auprès de la clientèle (21 %), du manque d'information sur les économies d'énergie potentielles (13 %) ou encore du coût des appareils (13 %). Les ingénieurs démontrent une préférence pour les solutions sans émission de gaz à effet de serre; toutefois, les installateurs et distributeurs confirment qu'il n'existe pas d'appareils radiants électriques concurrençant les appareils à infrarouge au gaz naturel.

L'évaluation d'impact énergétique a permis de réviser le calcul du gain énergétique unitaire moyen. Les heures de fonctionnement ont notamment été ajustées à la hausse en utilisant une analyse des données de facturation réalisée dans le cadre de l'évaluation du volet Aérothermes à condensation. En se basant toujours sur cette évaluation, l'efficacité de référence correspondant à celle d'un aérotherme standard a également été ajustée à la hausse. Ainsi, bien que les heures de fonctionnement aient augmenté, le gain unitaire obtenu à la suite de cette révision est légèrement inférieur à celui utilisé dans le suivi interne d'Énergir.

L'évaluation a permis de cibler plusieurs normes permettant de définir l'efficacité radiante d'un appareil infrarouge et a mis en lumière leur impact sur le facteur de compensation utilisé dans le calcul du gain énergétique. Bien que ces normes existent, la plupart ne sont pas incluses dans les caractéristiques publiques d'un appareil infrarouge, et l'efficacité n'est donc pas rapportée par tous les manufacturiers. Malgré les économies supérieures apportées par un appareil infrarouge à haute efficacité, l'aide financière proposée par Énergir ne varie pas en fonction de cette efficacité, et ne permet donc pas de couvrir le surcoût additionnel encouru par le participant lors de l'achat d'un appareil infrarouge.

Econoler constate que l'aide financière offerte par Énergir pour les appareils à infrarouge pourrait être améliorée. Bien que les participants soient satisfaits de l'aide financière (8,2 sur 10), les acteurs du marché donnent des notes plus faibles (6,1 sur 10 pour les installateurs/distributeurs et 7,3 sur 10 pour les ingénieurs) et suggèrent de la bonifier. L'aide financière est surtout faible pour les appareils de moins de 100 000 Btu/h, ne couvrant que 15 % du coût incrémental et étant inférieure à toutes les autres aides financières recensées parmi les juridictions nord-américaines (200 \$ versus 250 \$ à 1 000 \$ ailleurs). Si Énergir souhaitait encore moduler son aide financière, mais selon un autre critère que la capacité, celle-ci pourrait le faire pour encourager l'installation d'appareils à infrarouge à plus haute performance énergétique. L'efficacité de radiation ou le nombre de stages pourraient être des critères à considérer, mais il faudrait d'abord mieux les documenter.

À la lumière des principaux constats faits lors de cette évaluation, Econoler émet les recommandations suivantes :

- › **Recommandation 1 : Considérer augmenter le montant d'aide financière offerte.** Cela permettrait de couvrir une plus grande portion du coût incrémental, une des préoccupations principales des participants, et de rendre le programme plus attrayant. L'aide financière offerte pourrait être alignée sur les critères permettant une meilleure performance énergétique, tel que le nombre de stages, la modulation et l'efficacité radiante (GRC), ce qui encouragerait l'installation d'appareils à infrarouge à haute efficacité et permettrait d'augmenter les économies réalisées par le volet.

- › **Recommandation 2 : Envisager de mener davantage d'activités de promotion du volet.** La méconnaissance de la technologie est la principale barrière et raison évoquée pour le faible taux de pénétration de la technologie selon les acteurs du marché, qui soulignent également le manque d'outils ou de matériel pour en faire la promotion. Énergir pourrait développer du matériel explicatif sur la technologie infrarouge et ses bénéfices, ainsi que des études de cas permettant de comparer les coûts d'exploitation d'un appareil infrarouge à ceux d'un aérotherme et des outils de calcul des économies d'énergie. Les études de cas permettent aux ingénieurs et aux distributeurs de démontrer les bienfaits de la technologie aux participants, réduisant ainsi la méconnaissance auprès des participants. Le matériel explicatif ainsi que les outils de calcul sont particulièrement adaptés aux ingénieurs; ils peuvent les aider à promouvoir la technologie et les économies potentielles.
- › **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 les autres paramètres utilisés dans le calcul du TCTR, soit la durée de vie et le coût incrémental moyen.



ECONOLER