

SYNTHÈSE DES ÉVALUATIONS DÉJÀ EFFECTUÉES DES DIVERS PROGRAMMES VISANT À ENCOURAGER L'INSTALLATION DE FENÊTRES ENERGY STAR

GAZ MÉTRO

Rapport final

Mars 2015



ECONOLER

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1 PROGRAMMES SIMILAIRES AU PROGRAMME PE124.....	2
2 SYNTHÈSE DES ÉVALUATIONS.....	7
2.1 Conclusions générales des évaluations.....	7
2.2 Bases de référence, haute efficacité et économies unitaires.....	8
2.3 Durée de vie utile.....	9
2.4 Surcoûts.....	10
3 CALCUL DE L'IMPACT ÉNERGÉTIQUE BRUT	11
3.1 Méthode de calcul de l'impact énergétique brut	11
3.2 Révision des économies unitaires et de l'impact énergétique brut.....	11
3.2.1 Calcul d'ingénierie.....	12
3.2.2 Estimation du rendement énergétique de la base de référence du PE124	12
3.2.3 Estimation du rendement énergétique de la haute efficacité du PE124	13
3.2.4 Évaluation des économies unitaires annuelles du PE124 selon le calcul d'ingénierie .	14
CONCLUSION.....	15
ANNEXE I CRITÈRES D'HOMOLOGATION DE FENÊTRES ENERGY STAR	16

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Information relative aux programmes et mesures de PGEÉ ayant des similarités avec le programme « Fenêtres ENERGY STAR » de Gaz Métro	3
Tableau 2 : Durée de vie utile de fenêtres.....	9
Tableau 3 : Surcoût des fenêtres ENERGY STAR.....	10
Tableau 4 : Évaluation du rendement énergétique de la base de référence du PE124 selon l'équation de la norme CSA-A440.2	13
Tableau 5 : Révision des économies unitaires annuelles du PE124.....	14
Tableau 6 : Critères d'homologation de fenêtres ENERGY STAR en vigueur du 1 ^{er} avril 2005 au 30 septembre 2010.....	16
Tableau 7 : Critères d'homologation de fenêtres ENERGY STAR en vigueur du 1 ^{er} octobre 2010 au 31 janvier 2015	16
Tableau 8 : Critères d'homologation de fenêtres ENERGY STAR en vigueur du 1 ^{er} février 2015 au 31 décembre 2015.....	16

ABRÉVIATIONS

A _w	Superficie de la fenêtre en m ²
Btu	Unité thermique britannique
CARS	Coefficient d'apport de rayonnement solaire (en anglais : SHGC)
CII	commercial, institutionnel et industriel
CMNEB	Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments
e	Émissivité
EAN	Économie unitaire annuelle
ES	ENERGY STAR
GN	Gaz naturel
h	Heure
HE	Haute efficacité
IE	Impact énergétique
IESO	Independent Electricity System Operator
L ₇₅	Débit d'air total en m ³ /h
m ²	Mètre carré
m ³	Mètre cube
n	Nombre de participants
n.d.	Non disponible
NFRC	National Fenestration Rating Council
nh	Nombre d'heures moyennes de chauffage
OBNL	Organisme à but non lucratif
OEE	Office de l'efficacité énergétique
OPA	Ontario Power Authority

Pa	Pascal
PCS	Pouvoir calorifique supérieur (en GJ/m ³)
PEI	Prince Edward Island
PGEÉ	Plan global en efficacité énergétique
pi ²	Pied carré
R	Résistance thermique globale de la fenêtre (en h·pi ² ·°F/Btu)
RE	Rendement énergétique (cote)
Réno MFR	Rénovation énergétique pour les ménages à faible revenu
RNCan	Ressources naturelles Canada
s.o.	Sans objet
SCUÉ	Services conseils utilisation de l'énergie
SHGC	Solar Heat Gain Coefficient
TRM	Technical Reference Manual
U	Transmissivité thermique globale de la fenêtre (en Btu/h·pi ² ·°F)
U _w	Transmissivité thermique globale de la fenêtre (en W/m ² ·K)



**Synthèse des évaluations déjà effectuées des divers programmes
visant à encourager l'installation de fenêtres ENERGY STAR
Gaz Métro**

Rapport final

INTRODUCTION

Econoler a reçu le mandat de faire une synthèse des évaluations déjà effectuées des divers programmes similaires au programme PE124 « Fenêtres ENERGY STAR » de Gaz Métro. Ce mandat consiste à :

- › identifier les programmes canadiens et du nord des États-Unis qui sont similaires au programme PE124;
- › comparer les principaux paramètres du cas type (économies unitaires, base de référence client ou standard selon celle utilisée, haute efficacité (HE), aides financières versées, critères d'admissibilité, coût incrémental, durée de vie de la mesure) et la méthode de calcul de l'impact énergétique (IE) brut de ces programmes à ceux du programme PE124 « Fenêtres ENERGY STAR » de Gaz Métro;
- › analyser, tirer des conclusions et recommander à Gaz Métro, s'il y a lieu, d'apporter des ajustements aux paramètres de son cas type ou encore aux calculs de l'IE.

Les résultats de cette recherche d'information et l'analyse des données obtenues sont présentés dans ce rapport.

La performance énergétique des fenêtres peut être exprimée à l'aide de plusieurs facteurs ou combinaisons de facteurs, tels que la transmissivité thermique globale de la fenêtre (facteur U) ou son inverse, la conductivité thermique (facteur R), le coefficient d'apport de rayonnement solaire (CARS – en anglais : Solar Heat Gain Coefficient [SHGC]), l'émissivité (e) et le rendement énergétique (RE) de la fenêtre. Afin de pouvoir comparer les différents programmes et évaluations sur une base commune, les critères d'homologation ENERGY STAR (ES), les critères d'admissibilité des programmes d'efficacité énergétique ainsi que la base de référence client ou standard et la HE utilisés pour l'évaluation des économies unitaires sont rapportés en termes de facteur R dans le présent rapport, même si ceci constitue une approximation dans plusieurs cas.

Afin de mettre en contexte les données présentées dans ce rapport, dont certaines datent de plusieurs années alors que d'autres sont plus récentes, il est important de rappeler que les critères d'homologation ENERGY STAR évoluent avec le temps : en effet, ces critères ont été modifiés le 1^{er} octobre 2010 et le 1^{er} février 2015¹, et ils le seront à nouveau le 1^{er} janvier 2016. En d'autres termes, une fenêtre homologuée ENERGY STAR avant octobre 2010 ne satisfait pas nécessairement aux critères qui sont en vigueur depuis le 1^{er} octobre 2010. De la même façon, une fenêtre homologuée ENERGY STAR en 2014 ne satisfera pas nécessairement aux critères qui seront en vigueur du 1^{er} février 2015 au 31 décembre 2015. Pour fins de référence, les critères d'homologation ENERGY STAR en vigueur, lors de ces différentes périodes, sont présentés à l'Annexe I.

¹ <http://www.nrcan.gc.ca/energie/produits/categories/fenetrage/13955>.

1 PROGRAMMES SIMILAIRES AU PROGRAMME PE124

Des programmes prescriptifs canadiens et du nord des États-Unis, présentement en vigueur ou récemment terminés, pour les fenêtres à haut rendement énergétique, et similaires au programme PE 124 « Fenêtres ENERGY STAR » de Gaz Métro, ainsi que des évaluations de tels programmes, ont été recherchés afin d'en comparer les principaux paramètres.

Le nombre de programmes et d'évaluations résultant de cette recherche s'est toutefois avéré trop faible pour permettre une telle comparaison. Par conséquent, la recherche d'information a été élargie afin d'inclure les programmes non prescriptifs, ainsi que les programmes et les évaluations de programmes ciblant un marché plus large que celui du programme PE 124 de Gaz Métro². Ces programmes et évaluations de programmes sont présentés au Tableau 1.

Ontario Power Authority (OPA)³ et Wisconsin/Focus on Energy évaluent régulièrement le potentiel de diverses mesures et publient les listes de ces mesures, alors que Gaz Métro et Hydro-Québec publient régulièrement un Plan global en efficacité énergétique (PGEÉ) pour les années à venir. Les données des listes de l'OPA, de Wisconsin/Focus on Energy et des PGEÉ, ayant trait aux mesures pour fenêtres à haute efficacité, ont également été recueillies et sont aussi présentées au Tableau 1, même si elles ne proviennent pas de programmes incitatifs comme tels, car ces données constituent des informations pertinentes pour fins de comparaison.

Les incitatifs des programmes et mesures listés au Tableau 1 sont généralement exprimés en pieds carrés de fenêtre ou par fenêtre (ouverture). De plus, les économies annuelles d'énergie, qui sont soit des économies d'électricité ou de gaz naturel, sont rapportées en kWh/m² afin de faciliter la comparaison entre les différents programmes et les différentes mesures.

Pour tous les programmes canadiens, à l'exception de celui de Prince Edward Island (PEI) Office of Energy, les fenêtres doivent être homologuées ENERGY STAR (critères actuels) pour la zone climatique dans laquelle l'habitation est située. Le programme de PEI Office of Energy exige toutefois que les fenêtres soient homologuées pour la zone D, soit deux zones au-dessus de la zone climatique de l'Île-du-Prince-Édouard (zone B).

Par ailleurs, Newfoundland Labrador Hydro et Newfoundland Power ainsi que le gouvernement de la Colombie-Britannique ont mis fin à leurs programmes prescriptifs pour fenêtres ENERGY STAR depuis moins d'un an.

² Le programme PE124 de Gaz Métro cible les résidences unifamiliales, les duplex et les triplex existants, comme indiqué au Tableau 1.

³ Independent Electricity System Operator (IESO) depuis 2015.

Tableau 1 : Information relative aux programmes et mesures de PGEÉ ayant des similarités avec le programme « Fenêtres ENERGY STAR » de Gaz Métro

Province	Organisation	Programme ou PGEÉ	Statut	Incitatif	Critères d'admissibilité	Base de référence	HE	Économies unitaires
Québec	Gaz Métro	Programme PE124 « Fenêtres ENERGY STAR », PGEÉ 2015-2017	Programme en vigueur	Zone B : 6 \$/pi ² (maximum 600 \$ par habitation) Zone C : 10 \$/pi ² (maximum 1 000 \$ par habitation)	Unifamiliale, duplex ou triplex existants, chauffés au gaz naturel (GN) ⁴	Référence client : R = 1,47.	Critères ES en vigueur	272 kWh/m ² pour la zone B ⁵ 291 kWh/m ² pour la zone C ⁶
Québec	Gaz Métro	PFS120 ⁷	Programme terminé depuis octobre 2012	Fonction du volume de GN économisé, jusqu'à concurrence d'une limite préétablie	Coopératives, organismes à but non lucratif (OBNL) d'habitation et organismes à vocation sociocommunautaire à but non lucratif venant en aide à une clientèle défavorisée	Référence client : R = 1,14 (réf. : Évaluation 2010)	n.d.	n.d.
Québec	Gazifère	Programme « Fenêtres ENERGY STAR »	Programme aboli	5 \$/pi ² pour fenêtres ES (maximum 500 \$ par habitation)	Exclus : Client avec système de chauffage biénergie ou thermopompe Client bénéficiant d'une autre subvention	n.d.	n.d.	272 kWh/m ² ⁸

⁴ Sont exclus du programme : les clients ayant un système de chauffage biénergie; les clients dont la résidence est équipée d'une thermopompe; les fenêtres installées dans des bâtiments neufs; les clients qui participent à un autre programme d'aide financière pour le même projet d'achat et d'installation de fenêtres et portes-fenêtres coulissantes homologuées ENERGY STAR

⁵ Correspond à 2.4 m³/pi²

⁶ Correspond à 2.57m³/pi²

⁷ Programme d'aide financière à la rénovation éconergétique de logements sociaux et de bâtiments à vocation sociocommunautaire – clientèle sociocommunautaire

⁸ Correspond à 2.4 m³/pi²

Province	Organisation	Programme ou PGEÉ	Statut	Incitatif	Critères d'admissibilité	Base de référence	HE	Économies unitaires
Québec	Hydro-Québec	Programme « Rénovation énergétique pour les ménages à faible revenu » (Réno MFR)	Programme terminé			RE = 6,3 ⁹ (correspond à R = 1,86 ¹⁰¹¹)	RE = 21,96 ¹² correspond à R = 2,43	80 kWh/m ² Réf. : Évaluation 2006-2010
Québec	Hydro-Québec	Programme « Fenêtres homologuées ENERGY STAR pour immeubles locatifs » PGEÉ – Budget 2015 (R-3905-2014) ¹³	Programme en vigueur	1 \$/pi ² pour des fenêtres à double vitrage 5 \$/pi ² pour des fenêtres à triple vitrage	Immeubles locatifs résidentiels de six étages et moins) ¹⁴	n.d.	n.d.	21 kWh/m ² (fenêtres et portes-fenêtres) 65 kWh/m ² (multilogements) ¹⁵
Île-du-Prince-Édouard (zone B)	PEI Office of Energy	« PEI Energy Efficiency Windows and Doors Grant Program »	Programme en vigueur	25 \$ par fenêtre ou porte ES zone D (maximum 400 \$ par habitation)	Clientèle résidentielle	n.d.	n.d.	n.d.
Nouvelle-Écosse	Efficiency Nova Scotia	Programme « Home Energy Assessment »	Programme en vigueur	40 \$ par fenêtre ES	Résidence chauffée principalement au GN	n.d.	n.d.	n.d.

⁹ Fenêtre standard selon une étude de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE)

¹⁰ « Potential savings for ENERGY STAR Windows, Doors and Skylights », Enermodal Engineering Ltd pour Ressources naturelles Canada, février 2005.

¹¹ « Potential savings for ENERGY STAR Windows, Doors and Skylights », Enermodal Engineering Ltd pour Ressources naturelles Canada, février 2005.

¹² Moyenne des RE des fenêtres ES installées dans le cadre du programme

¹³ Les informations relatives à la version de 2014 et à la mise à jour en 2015 y sont présentées

¹⁴ Chauffés à l'électricité ou par un système biénergie (combustible-électricité) et situés dans les zones B et C. Fenêtres d'au moins 8 pi². Au moins 5 fenêtres par immeuble doivent être remplacées par des fenêtres ENERGY STAR.

¹⁵ Ces valeurs étaient estimées à 43 kWh/m² (fenêtres et portes-fenêtres) et 107 kWh/m² (multilogements) dans le budget 2014 du PGEÉ (R-3905-2013)

Province	Organisation	Programme ou PGÉE	Statut	Incitatif	Critères d'admissibilité	Base de référence	HE	Économies unitaires
Ontario	Union Gas	Programme « Home Reno Rebate »	Programme en vigueur	40 \$ par fenêtre, porte ou puits de lumière ES	Clientèle résidentielle	n.d.	n.d.	n.d.
Ontario	OPA	2014 Prescriptive Measures and Assumptions, Release, Version 1	Liste de mesures	s.o.	s.o.	R2000 double vitrage, e = 0,15 à 0,20 et R = 2,7 ¹⁶	Fenêtres ES ¹⁷	35 à 52 kWh/m ² – bâtiments existants chauffés au GN ^{18,19} 30 à 50 kWh/m ² – nouvelles constructions chauffées au GN ^{20,21}
Terre-Neuve et Labrador	Newfoundland Labrador Hydro et Newfoundland Power	« TakeCHARGE - ENERGY STAR Window Rebate Program »	Programme terminé le 1 ^{er} janvier 2015	Calculé en fonction du nombre et de la superficie totale de fenêtres ES, du type de chauffage et de l'âge de la maison	n.d.	n.d.	Critères ES en vigueur	n.d.

¹⁶ Les critères de la version de 2011 du document (2011 Prescriptive Measures and Assumptions) étaient les suivants : R2000, double vitrage, e = 0,15 à 0,20, CARS élevé et R = 2,7.

¹⁷ Les critères de la version de 2011 du document (2011 Prescriptive Measures and Assumptions) étaient les suivants : Fenêtres ES, double vitrage, e = 0,10, CARS modéré et R = 3,7.

¹⁸ Correspondent à 0,31 m³/pi² et 0,45 m³/pi² respectivement, en utilisant un pouvoir calorifique supérieur (PCS) de 38.26 GJ/m³ (moyenne des PCS des régions nord et sud du territoire d'Union Gas. Réf : <https://www.uniongas.com/business/save-money-and-energy/analyze-your-energy/Energy-Calculator>).

¹⁹ Valeur de 52 kWh/m² dans la version de 2011 du document « 2011 Prescriptive Measures and Assumptions ».

²⁰ Correspond à 0,26 m³/pi² et 0,44 m³/pi² respectivement, en utilisant un PCS de 38.26 GJ/m³ (moyenne des PCS des régions nord et sud du territoire d'Union Gas. Réf : <https://www.uniongas.com/business/save-money-and-energy/analyze-your-energy/Energy-Calculator>).

²¹ Valeur de 47 kWh/m² dans la version de 2011 du document (2011 Prescriptive Measures and Assumptions)

Province	Organisation	Programme ou PGEÉ	Statut	Incitatif	Critères d'admissibilité	Base de référence	HE	Économies unitaires
Colombie-Britannique	Gouvernement de la Colombie-Britannique	Programme « Live Smart BC - Window Rebates »	Programme terminé le 31 mars 2014	30 ou 35 \$ par fenêtre ES, selon la région 60 ou 70 \$ par fenêtre ES homologuée pour une zone climatique supérieure	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Michigan	Semco Energy	« High Performance and Residential Comprehensive Program »	Programme en vigueur	20 \$ par fenêtre ayant un facteur CARS ou U < 0,3 Certificat ENERGY STAR (ES) ou National Fenestration Rating council (NFRC) requis	Remplacement Clientèle résidentielle chauffée au GN	n.d.	n.d.	n.d.
Minnesota	Alliant Energy	Replacement WIndows	Programme en vigueur	20 \$ par fenêtre de 8 pi ² ou plus ayant un facteur U < 0,3	Remplacement Clientèle résidentielle	n.d.	n.d.	n.d.
Minnesota	Austin Utilities	« Residential Rebate and Incentive Program »	Programme en vigueur	Certificat NFRC requis	Clientèle résidentielle	n.d.	n.d.	n.d.
Wisconsin	Focus on Energy	Wisconsin/Focus on Energy Technical Reference Manual (TRM) 2014	s.o.	s.o.	s.o.	R = 2,04 CARS = 0,58	Fenêtres ES	76 kWh/m ²

2 SYNTHÈSE DES ÉVALUATIONS

Les évaluations récentes des programmes prescriptifs similaires au programme PE124 de Gaz Métro ont été recherchées dans le but d'identifier les principaux paramètres du cas type (économies unitaires, base de référence standard ou client, HE, critères d'admissibilité, coût incrémental, durée de vie de la mesure) et la méthode de calcul de l'IE de ces programmes, puis de les comparer à ceux du programme PE124 de Gaz Métro.

Étant donné que les programmes ne sont pas évalués annuellement, aucune évaluation de programmes prescriptifs similaires au PE124 n'a pu être trouvée. Deux évaluations de programmes non prescriptifs, couvrant le remplacement de fenêtres par des fenêtres ENERGY STAR, ont toutefois été répertoriées^{22,23}. En raison de la similitude des mesures, les conclusions générales de ces évaluations sont tout de même pertinentes et sont présentées à la section 2.1.

Afin de compléter les données, des sources additionnelles d'information, telles que le site Internet d'Hydro-Québec, le manuel de référence technique de l'organisation Focus on Energy²⁴ pour le Wisconsin²⁵ et les documents de 2011, 2014 et 2015 de l'OPA, décrivant les mesures prescriptives et les hypothèses associées à ces mesures^{26,27,28}, ont été utilisées afin d'identifier les principaux paramètres. Ceux-ci sont présentés aux sections 2.2 à 2.4.

2.1 Conclusions générales des évaluations

Les conclusions des deux évaluations de programmes, qui couvraient le remplacement de fenêtres résidentielles par des fenêtres ENERGY STAR, soit l'évaluation du programme d'aide financière à la rénovation écoénergétique de logements sociaux et de bâtiments à vocation sociocommunautaire – clientèle sociocommunautaire, PFS120, de Gaz Métro, et l'évaluation du programme Réno MFR d'Hydro-Québec²³, étaient les suivantes, dans le contexte de 2010 :

PFS120 – Évaluation 2010

Le programme PFS120 cible les organismes d'habitation et sociocommunautaires venant en aide à une clientèle défavorisée. Les mesures admissibles incluent l'isolation de l'enveloppe du bâtiment,

²² « Évaluation de programmes – Programme d'aide financière à la rénovation écoénergétique de l'enveloppe des bâtiments – clientèle affaires (PC420). Programme d'aide financière à la rénovation écoénergétique de logements sociaux et de bâtiments à vocation sociocommunautaire – clientèle sociocommunautaire (PFS120), Fonds en efficacité énergétique », Rapport final, novembre 2010.

²³ « Marchés résidentiels – Rapport d'évaluation – Programme : Rénovation énergétique pour les ménages à faible revenu – Période évaluée : années 2006 à 2010 », présenté à Hydro-Québec Distribution. Rapport final – 12 mars 2012.

²⁴ Wisconsin/Focus on Energy – Technical Reference Manual, August 15, 2014, The Cadmus Group.

²⁵ Le Wisconsin est dans la même zone climatique que le sud du Québec et que le sud de l'Ontario.

²⁶ 2011 Prescriptive Measures and Assumptions, OPA.

²⁷ 2014 Prescriptive Measures and Assumptions, OPA.

²⁸ 2015 Prescriptive Measures and Assumptions, OPA.

l'étanchéisation ainsi que le remplacement de portes et fenêtres. Outre l'évaluation des processus, les objectifs de cette première évaluation incluaient la quantification de l'IE des mesures et la détermination de la pratique standard.

Pour les fenêtres des marchés commercial, institutionnel et industriel (CII), les valeurs R moyennes ont été évaluées à $R = 1,14$ pour la base de référence client, $R = 1,86$ pour la base de référence standard²⁹ et $R = 3,04$ pour la HE. Étant donné que la pratique standard était en dessous du critère du Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments (CMNEB) 1997 pour les fenêtres ($R = 2,0$) et que les programmes avaient pour effet de surpasser ce critère, il a été recommandé de reconnaître les économies imputées aux programmes à partir de la base de référence du client ($R = 1,14$) et non de la pratique standard ($R = 1,86$).

Réno MFR – Période 2006-2010

Le programme Réno MFR ciblait les organismes offrant des services d'habitation à des ménages à faible revenu et couvre plusieurs mesures, telles que l'installation de thermostats électroniques, les produits d'éclairage efficaces et la rénovation énergétique. Les objectifs principaux de cette évaluation consistaient, entre autres, à quantifier les impacts énergétiques de ce dernier et à réviser les gains unitaires. L'évaluateur a validé la valeur du RE de la base de référence (fenêtre standard, $RE = 6,3$) et de la HE. Ces valeurs correspondaient respectivement au rendement énergétique d'une fenêtre standard, selon une étude réalisée par l'Office de l'efficacité énergétique, et à la moyenne des valeurs du RE de l'ensemble des fenêtres ENERGY STAR installées dans le cadre du programme. L'évaluateur a également validé les gains unitaires annuels estimés à 80 kWh/m^2 : ces gains, qui avaient été obtenus par simulation, étaient essentiellement similaires à ceux obtenus à l'aide du calcul d'ingénierie décrit à la section 3.2.

2.2 Bases de référence, haute efficacité et économies unitaires

Le Tableau 1 ci-dessus présente les bases de référence standard ou client, selon celle utilisée, et la HE ainsi que les économies unitaires répertoriées des diverses sources consultées.

Bases de référence standard ou client et HE

Gaz Métro utilise la base de référence du client, comme recommandé dans le rapport d'évaluation du programme PFS120. Cette base de référence correspond toutefois à une performance énergétique moins élevée que celle des autres programmes. Par exemple, la valeur R des fenêtres de la base de référence du PE124 ($R = 1,47$ pour la zone B) est moins élevée que celle estimée lors de l'évaluation 2006-2010 du programme Réno MFR d'Hydro-Québec ($R = 1,865$, qui correspond à $RE = 6,3$). Elle est également moins élevée que celle indiquée dans le document de Wisconsin/Focus on Energy

²⁹ Remplacement de fenêtres sans incitatif financier.

(R = 2,04), pour des zones climatiques ayant essentiellement le même nombre de degrés-jours de chauffage.

La HE du PE124 correspond aux critères ENERGY STAR, (R = 3,57 pour la zone B), tout comme celle indiquée dans le document de Wisconsin/Focus on Energy, ainsi que dans les programmes de Gazifère, Efficiency Nova Scotia et Union Gas. Cette HE est toutefois moins élevée que la base de référence recommandée dans le document de l'OPA (R = 3,7) et que celle utilisée dans le programme de PEI Office of Energy qui exige que les fenêtres satisfassent aux critères ENERGY STAR de la zone D pour la zone B. Finalement, le défunt programme du gouvernement de la Colombie-Britannique utilisait une HE correspondant aux critères ENERGY STAR, un incitatif bonifié pour des fenêtres satisfaisant aux critères de la zone supérieure.

En résumé, la base de référence client du PE124 est moins performante que celle des autres programmes similaires. La plupart des programmes, incluant le PE124, utilisent une HE correspondant aux critères ENERGY STAR de la zone dans laquelle se trouve l'habitation; plusieurs programmes encouragent toutefois une performance énergétique plus élevée en imposant des critères correspondant aux critères ENERGY STAR d'une ou deux zones supérieures.

Économies unitaires

Les économies annuelles unitaires estimées pour le PE124 sont significativement plus élevées que celles des autres programmes. Ceci peut être expliqué en partie par le fait que la base de référence utilisée par le PE124 correspond à une fenêtre moins performante que celle des autres programmes, mais également en raison des différentes méthodes utilisées pour évaluer ces économies, comme présentées à la section 3.2. Ces dernières pourraient être révisées selon la recommandation détaillée à la section 3.2.4.

2.3 Durée de vie utile

Le Tableau 2 présente les données de durée de vie utile de fenêtres répertoriées.

Tableau 2 : Durée de vie utile de fenêtres

Durée de vie utile	Référence/Hypothèse
20 ans	Gaz Métro – PGEÉ 2015-2017
20 ans	OPA – 2011 Prescriptive Measures and Assumptions
20 ans	OPA – 2014 Prescriptive Measures and Assumptions
20 ans	Wisconsin/Focus on Energy TRM 2014

La durée de vie des fenêtres est évaluée à 20 ans par toutes les sources et ne nécessite donc pas de révision.

2.4 Surcoûts

Le Tableau 3 présente les données de surcoûts des fenêtres ENERGY STAR répertoriées.

Tableau 3 : Surcoût des fenêtres ENERGY STAR

Surcoût	Référence	Note
68 \$/m ²	Gaz Métro – PGEÉ 2015-2017	Surcoût par rapport à une fenêtre standard
94 \$/m ²	Gazifère – PGEÉ 2015-2016	Surcoût par rapport à une fenêtre standard
Nul dans certains cas	Site Internet d'Hydro-Québec	Surcoût par rapport à une fenêtre standard

Le surcoût moyen d'une fenêtre ENERGY STAR utilisé pour le PE124 (zones B et C) est d'environ 68 \$/m². En comparaison, Gazifère estime ce surcoût à 94 \$/m², surcoût refusé par la Régie de l'énergie dans sa décision D-2014-204, alors que le site Internet d'Hydro-Québec³⁰ mentionne qu'une fenêtre ENERGY STAR ne coûte pas nécessairement plus cher qu'une fenêtre qui n'est pas homologuée ENERGY STAR. En raison des différents surcoûts répertoriés, Econoler recommande que le surcoût moyen d'une fenêtre ENERGY STAR fasse l'objet d'une révision lors de la prochaine évaluation de programme.

³⁰ www.hydroquebec.com/residentiel/economiser-l-energie/chauffage/fenêtres-et-portes-fenêtres

3 CALCUL DE L'IMPACT ÉNERGÉTIQUE BRUT

Le calcul de l'IE brut du programme PE124 « Fenêtres ENERGY STAR », basé sur les données et paramètres fournis par Gaz Métro, est présenté à la section 3.1. Les valeurs des économies unitaires pour les zones B et C et de l'IE sont ensuite révisées à la section 3.2.

3.1 Méthode de calcul de l'impact énergétique brut

L'IE brut du PE124 peut être estimé comme suit :

$$IE = \sum_{i=1}^n (\text{superficie de fenêtres remplacées}) * (\text{économie unitaire})$$

où :

- › n représente le nombre de participants au programme ($n = 67$ pour l'année 2012-2013 et $n = 49$ pour l'année 2013-2014)
- › l'*économie unitaire annuelle* (EAN) est fonction de la zone climatique, soit :
 - 272 kWh/m² (2,4 m³/pi²) pour la zone B;
 - 291 kWh/m² (2,57 m³/pi²) pour la zone C.

En utilisant les données de superficie de fenêtres remplacées et de zone climatique de chaque participant, provenant de la base de données du programme PE124 « Fenêtres ENERGY STAR », des IE de 16 058 m³ et de 15 577 m³ sont obtenus pour les années 2012-2013 et 2013-2014 respectivement, ce qui représente un total de 31 635 m³ pour l'ensemble du programme.

3.2 Révision des économies unitaires et de l'impact énergétique brut

Le facteur principal dans le calcul de l'IE est l'EAN. Gaz Métro a évalué la valeur d'EAN utilisée pour le PE124, à l'aide de simulations énergétiques de bâtiments. Ces simulations ont été réalisées avec le logiciel EE4 de Ressources Naturelles Canada par une firme de génie conseil. Un bâtiment a été modélisé à partir de différentes hypothèses, comme sa géométrie, la composition de son enveloppe, le mode de fonctionnement des systèmes de chauffage et de ventilation, l'horaire d'occupation et les taux d'infiltration d'air.

3.2.1 Calcul d'ingénierie

Bien que la méthode d'évaluation des économies utilisée par Gaz métro soit valable, elle est discutable. Toutefois, comme les fichiers de simulation et les hypothèses utilisés pour établir les EAN du PE124 n'étaient pas disponibles, Econoler n'a pas évalué cette méthode et a utilisé la méthode basée sur un calcul d'ingénierie, mentionnée à la section 2.2, afin d'évaluer les économies d'énergie associées au remplacement de fenêtres par celles à HE. Cette méthode, qui est documentée dans un rapport d'Hydro-Québec³¹, permet d'évaluer les EAN à partir des RE de départ ($RE_{\text{départ}}$) et final (RE_{final}), comme suit, conformément à la norme CSA-A440.2 :

$$EAN = \frac{\Delta RE \text{ nh}}{1000} \quad \text{Equation (1)}$$

où

$$EAN = \text{kWh/m}^2$$

$$\Delta RE = RE_{HE} - RE_{\text{standard}}$$

nh = nombre d'heures moyen de chauffage : 5 088 pour le sud du Québec

1 000 = facteur de conversion de W à kW

et

$$RE = 57,76 \text{ CARS} - 21,90 U_w - 0,54 \left(\frac{L_{75}}{A_w} \right) + 40 \quad \text{Equation (2)}$$

RE = rendement énergétique

CARS = coefficient d'apport de rayonnement solaire

U_w = transmissivité globale de la fenêtre (en $W/m^2 \cdot K$)

L_{75} = débit d'air total en m^3/h à une différence de pression de 75 Pa

A_w = superficie de la fenêtre (en m^2)

L'utilisation de cette méthode nécessite toutefois de connaître les valeurs des différents paramètres de l'équation (2) ci-dessus ou d'émettre certaines hypothèses pour estimer les valeurs de ces paramètres.

3.2.2 Estimation du rendement énergétique de la base de référence du PE124

La valeur de la transmissivité de la base de référence du programme PE124 est connue ($U_w = 3,87 W/m^2 K$ ou $R = 1,47$). Les valeurs de CARS, L_{75} et A_w ne sont toutefois pas connues. Econoler propose donc d'utiliser les valeurs de CARS, L_{75} et A_w qu'Hydro-Québec avait utilisées en 2010 afin d'évaluer le RE moyen d'une fenêtre standard, c'est-à-dire :

³¹Rendement thermique des fenêtres homologuées ENERGY STAR en période froide, Services conseils utilisation de l'énergie (SCUÉ) d'Hydro-Québec, 19 octobre 2006.

$$\begin{aligned} \text{CARS} &= 0,55^{32} \\ L_{75} &= 6,93 \text{ m}^3/\text{h}^{33} \\ A_w &= 1,8 \text{ m}^2^{34} \end{aligned}$$

Ceci donne RE = -15 pour la base de référence du PE124 (Tableau 4). Bien que cette valeur de rendement énergétique puisse paraître anormalement faible, elle est similaire à celle estimée par l'OPA (RE = -16) pour des fenêtres datant de 1998, pour la zone A³⁵. À la section 2.2, il est noté que la base de référence du PE124 était moins performante que celle des autres programmes. L'expression de la performance énergétique de cette base de référence en termes de RE renforce cette observation.

Tableau 4 : Évaluation du rendement énergétique de la base de référence du PE124 selon l'équation de la norme CSA-A440.2

Paramètre	Valeur	Référence
U_w	3,87 W/m ² K	Base de référence client du PE124
CARS	0,55	Calcul d'Hydro-Québec de 2010
L_{75}	6,93 m ³ /h	
A_w	1,8 m ²	
RE	-15	Calcul d'ingénierie

3.2.3 Estimation du rendement énergétique de la haute efficacité du PE124

Econoler estime que le RE de la HE du PE124 correspond au critère minimal ES, pour la période du 1^{er} octobre 2010 au 31 janvier 2015 (Tableau 7, Annexe I), soit RE = 25 pour la zone B et RE = 29 pour la zone C. L'utilisation de ces valeurs peut être justifiée par le fait que, lors de l'évaluation du programme Réno MFR d'Hydro-Québec de 2010, la valeur moyenne des RE des fenêtres ES installées dans le cadre du programme avait été estimée à 21,96, soit une valeur légèrement supérieure au critère minimal de la zone B, de 2006 à 2010 (RE ≥ 21).

³² « Potential savings for ENERGY STAR Windows, Doors and Skylights », Enermodal Engineering Ltd pour Ressources naturelles Canada, février 2005.

³³ Norme CSA A440.2-04.

³⁴ Ressources naturelles Canada – OEE.

³⁵ 2011 Prescriptive Measures and Assumptions, OPA, March 2011, p. 456.

<http://www.powerauthority.on.ca/sites/default/files/2011PrescriptiveMeasuresAssumptionsListVersion1.pdf>

3.2.4 Évaluation des économies unitaires annuelles du PE124 selon le calcul d'ingénierie

En utilisant les valeurs de RE de la base de référence client et de la HE du PE124, estimées et en utilisant le calcul d'ingénierie présenté à l'équation (1), les valeurs révisées de l'EAN sont obtenues comme suit, au Tableau 5.

Tableau 5 : Révision des économies unitaires annuelles du PE124

Zone	RE		EAN (kWh/m ²)	
	Base de référence	HE	Calcul d'ingénierie	PE 124
B	-15	25	203	272
C	-15	29	223	291
B	6,3 (valeur révisée)	25	95	-
C	6,3 (valeur révisée)	29	115	-

Les EAN obtenues avec le calcul d'ingénierie, en utilisant RE = -15 pour la base de référence, sont de l'ordre de 30 % inférieures à celles utilisées présentement pour le calcul de l'IE du PE124 et qui avaient été obtenues par simulations énergétiques. Comme mentionné précédemment, il est difficile d'identifier la source exacte de cet écart sans avoir accès aux fichiers de simulation et sans connaître les hypothèses utilisées pour évaluer les EAN du PE124. Par exemple, il n'est pas impossible que le taux d'infiltration, spécifié dans les simulations pour les cas de référence, soit très différent de celui utilisé à la section 3.2.2. A défaut d'avoir accès à cette information et en raison du fait que les EAN du PE124 sont supérieures à celles des autres programmes similaires, Econoler recommande d'utiliser le calcul d'ingénierie présenté ci-dessus pour évaluer les EAN de fenêtres ENERGY STAR.

Econoler recommande également de revoir à la hausse la base de référence du PE124, soit de RE = -15 à RE = 6,3, de sorte à utiliser la même base de référence que le programme Réno MFR. Cette révision amène les nouvelles valeurs suivantes :

- › EAN = 95 kWh/m² (0,84 m³/pi²) pour la zone B;
- › EAN = 115 kWh/m² (1,02 m³/pi²) pour la zone C.

Avec ces valeurs révisées, l'IE révisé du programme pour 2013 et calculé, comme expliqué à la section 3.1 est de 11 198 m³, alors qu'il est actuellement de 31 635 m³. Cette baisse n'est pas seulement attribuable au changement de la base de référence; elle peut aussi être liée au changement de méthode de calcul utilisée.

Il est à noter que cette approche théorique de révision du calcul de l'IE devrait être validée avec des données plus à jour sur les fenêtres acquises dans le cadre du programme de Gaz Métro lors d'une évaluation formelle du programme PE124.

CONCLUSION

Une revue des programmes prescriptifs de fenêtres ENERGY STAR et des évaluations existantes a été effectuée.

L'analyse des données répertoriées a mis en évidence les éléments suivants :

- 1 La base de référence client du programme PE124 de Gaz Métro a une performance énergétique moins élevée que celle des autres programmes canadiens présentement en vigueur.
- 2 Les économies unitaires utilisées pour calculer l'IE du PE124 sont supérieures à celles trouvées lors de la revue de littérature. En se basant sur des calculs d'ingénierie effectués par Econoler, cette dernière recommande à Gaz Métro, en l'absence d'une évaluation de programme formelle, de réviser ces EAN de façon intérimaire, comme suit :
 - EAN = 95 kWh/m² (0,84 m³/pi²) pour la zone B;
 - EAN = 115 kWh/m² (1,02 m³/pi²) pour la zone C.

Cet ajustement aurait comme effet de réduire l'IE total du programme (2012-2013 et 2013-2014) de 31 635 à 11 198 m³. Cette baisse n'est pas seulement attribuable au changement de la base de référence, mais peut également être liée au changement de méthode de calcul utilisée.

Il est à noter que cette approche théorique de révision du calcul de l'IE devrait être validée avec des données plus à jour sur les fenêtres acquises dans le cadre du programme de Gaz Métro lors d'une évaluation formelle du programme PE124.

- 3 L'estimation du surcoût moyen d'une fenêtre ENERGY STAR diffère selon les programmes. Par conséquent, Econoler recommande que le surcoût moyen d'une fenêtre ENERGY STAR fasse également l'objet d'une révision lors de la prochaine évaluation de programme.

ANNEXE I

CRITÈRES D'HOMOLOGATION DE FENÊTRES ENERGY STAR

**Tableau 6 : Critères d'homologation de fenêtres ENERGY STAR en vigueur
du 1^{er} avril 2005 au 30 septembre 2010³⁶**

Zone	Échelle de degrés-jours de chauffage	R minimal	CARS	OU	Rendement énergétique	
		(h·pi ² ·°F/Btu)			RE minimal (requis R ≥ 2,86)	
					Fenêtres à châssis et portes	Autres types de fenêtre
A	≤ 3 500	2,86	Tous		17	27
B	> 3 500 à ≤ 5 500	3,12	Tous		21	31
C	> 5 500 à ≤ 8 000	3,57	Tous		25	35
D	> 8 000	4,00	Tous		29	39

**Tableau 7 : Critères d'homologation de fenêtres ENERGY STAR en vigueur
du 1^{er} octobre 2010 au 31 janvier 2015³⁷**

Zone	Échelle de degrés-jours de chauffage	R minimal	RE minimal	OU	RE minimal (requis R ≥ 2,86)
		(h·pi ² ·°F/Btu)			
A	≤ 3 500	3,12	13		21
B	> 3 500 à ≤ 5 500	3,57	17		25
C	> 5 500 à ≤ 8 000	4,00	21		29
D	> 8 000	4,76	25		34

**Tableau 8 : Critères d'homologation de fenêtres ENERGY STAR en vigueur
du 1^{er} février 2015 au 31 décembre 2015³⁸**

Zone	R minimal	RE minimal	Taux de fuite maximal	OU	RE minimal	Taux de fuite maximal
	(h·pi ² ·°F/Btu)		L/s/m ²			L/s/m ²
1	3,57	16	1,5		25	1,5
2	4,00	20	1,5		29	1,5
3	4,76	24	1,5		34	1,5

³⁶ oee.nrcan.gc.ca/energystar/francais/pdf/spec-tech-manufacturiers.pdf

³⁷ www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/pdf/energystar/Windows-Doors-and-Skylights-factsheet-fra.pdf

³⁸ www.nrcan.gc.ca/energie/products/categories/fenetrage/fabricants-detaillants/13729

