

PROGRAMME DE RABAIS À LA  
CONSOMMATION

SUIVI DE LA DÉCISION  
D - 2 0 1 7 - 0 7 3

## TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
<b>1 CONTENU DU RAPPORT D'ÉCONOLER .....</b>	<b>3</b>
1.1 GRILLE G5 .....	4
1.2 GRILLE G6 .....	6
1.2.1 Chaudière.....	7
1.2.2 Chauffe-eau.....	7
1.2.3 Make-up air .....	9
1.2.4 Autres appareils de procédés .....	11
1.3 AEROTHERME .....	12
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>13</b>

## INTRODUCTION

1 Dans sa décision D-2017-073, la Régie de l'énergie (la « Régie ») a demandé à Énergir, s.e.c.  
2 (« Énergir ») « **de présenter, dans le cadre du rapport annuel 2017, un suivi sur les résultats**  
3 **de l'évaluation des surcoûts moyens reliés aux grilles 5 et 6 ainsi que leur impact sur les**  
4 **montants d'aide financière spécifiés dans ces grilles. »**

5 Cette pièce présente donc les résultats de l'évaluation des surcoûts moyens reliés aux grilles 5  
6 et 6 ainsi que leur impact sur les montants d'aide financière spécifiés dans ces grilles.

## 1 CONTENU DU RAPPORT D'ÉCONOLER

7 Afin de répondre au suivi de la décision D-2017-073, Énergir a requis les services de la firme  
8 Éconoler pour notamment mettre à jour les hypothèses permettant d'établir le surcoût des  
9 appareils contenus dans les grilles G5<sup>1</sup> et G6<sup>2</sup>. L'analyse à l'égard de la grille G5 vise à déterminer  
10 le surcoût relié à la tuyauterie nécessaire pour les condos commerciaux ou industriels et les  
11 locaux de centres commerciaux. Au niveau de la grille G6, utilisée pour le marché affaires et  
12 multilocatif (4 logements ou plus), le rapport inclut l'analyse de surcoût pour les appareils d'eau  
13 chaude sanitaire ou de procédés qui sont : la chaudière, le chauffe-eau et l'unité de compensation  
14 d'air (« make-up air »). Le rapport complet d'Éconoler est déposé en annexe 1 à la présente  
15 pièce.

16 Énergir résume le contenu du rapport d'Éconoler pour chacune des grilles d'aides financières  
17 ainsi que pour certains appareils.

---

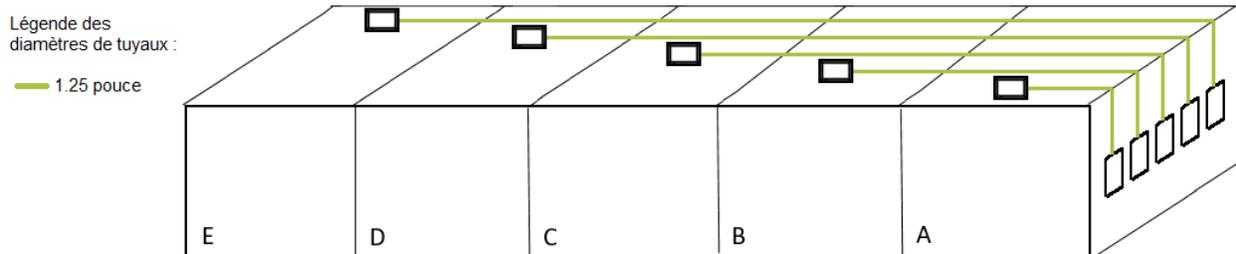
<sup>1</sup> Grille à utiliser pour un bâtiment alimenté par un branchement d'immeuble pouvant comporter plusieurs compteurs, chauffage, clients sur réseau, (ex. : condos commerciaux ou industriels, locaux de centres commerciaux), nouvelle construction, nouvelle vocation et conversion.

<sup>2</sup> Grille d'aide financière pour le marché affaires et multilocatif (4 logements ou plus), eau chaude sanitaire ou procédé, clients sur réseau.

## 1.1 GRILLE G5

- 1 La grille G5 permet d'offrir une aide financière pour les bâtiments de type condo commercial<sup>3</sup>.  
 2 Énergir rappelle qu'un bâtiment de type condo commercial est subdivisé en plusieurs adresses  
 3 et possède un appareil de chauffage par adresse. La figure 1 illustre la configuration de la  
 4 tuyauterie d'un bâtiment de type condo commercial, ci-après « configuration 1 ».

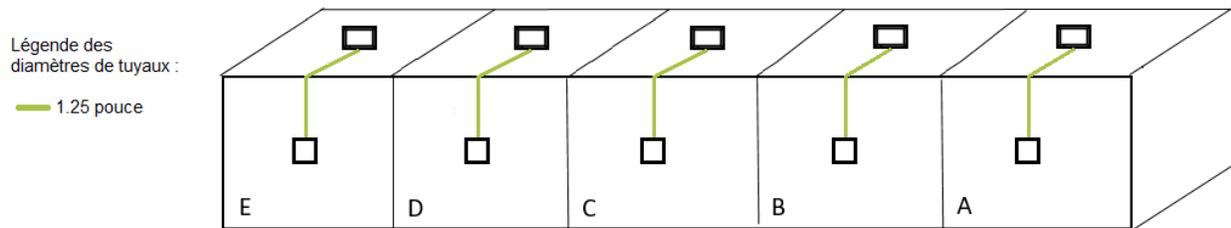
Figure 1 - Schéma de tuyauterie d'un bâtiment de type condo commercial (configuration 1)



- 5 Dans la configuration 1, tous les compteurs sont regroupés au même endroit sur l'immeuble A et  
 6 l'éloignement des locaux des clients a un impact direct sur la tuyauterie nécessaire pour amener  
 7 le gaz naturel à leur appareil de chauffage. Cette configuration est différente de celle que l'on  
 8 retrouve chez un client où le compteur est situé au pied de son condo commercial. La figure 2  
 9 illustre la configuration de la tuyauterie de ce client, ci-après « configuration 2 ».

<sup>3</sup> Condos commerciaux ou industriels et locaux de centres commerciaux alimentés par un branchement d'immeuble pouvant comporter plusieurs compteurs.

Figure 2 - Schéma de tuyauterie d'un client (configuration 2)



1 Comme mentionné précédemment, Énergir a mandaté la firme Éconoler afin de mettre à jour les  
 2 hypothèses permettant d'établir le surcoût des appareils contenus dans la grille G5. Pour ce faire,  
 3 Econoler a notamment réexaminé la méthodologie utilisée dans la précédente analyse  
 4 comparative du coût des appareils au gaz naturel et des énergies concurrentes<sup>4</sup> et a vérifié sa  
 5 cohérence d'application envers les bâtiments de type condo commercial (grille G5). Actuellement,  
 6 la méthodologie permettant d'établir le surcoût des appareils de la grille G5 utilise la  
 7 configuration 2 alors que les intervenants du marché (plombiers, entreprises en ventilation et  
 8 représentants d'Énergir) ont mentionné que la configuration 1 est la norme pour ce type de  
 9 bâtiment. Éconoler a donc examiné et déterminé l'écart de coûts des tuyauteries de gaz naturel  
 10 entre les deux configurations.

11 Pour ce faire, Éconoler a réalisé une analyse comparative en utilisant uniquement des appareils  
 12 à gaz naturel. Ainsi, la firme Éconoler s'est concentrée sur le coût de la tuyauterie principale, soit  
 13 celle qui achemine le gaz naturel du compteur jusqu'à l'appareil de chauffage. Il est à noter que  
 14 tous les autres éléments de coûts sont identiques, soit l'appareil, sa livraison, sa mise en marché,  
 15 la tuyauterie secondaire et l'accès au toit.

16 Éconoler a pris pour hypothèse que la tuyauterie excédentaire entre chacun des clients de la  
 17 configuration 1 est de 30 pieds. Éconoler a constaté que le coût des tuyauteries principales est  
 18 deux fois plus cher dans la configuration 1 que dans la configuration 2, tel qu'illustré au tableau  
 19 1<sup>5</sup>. Le surcoût s'élève à 9 656 \$. Toutefois lorsque l'ensemble des coûts sont considérés, le  
 20 surcoût de tuyauterie génère une augmentation de 9 %<sup>6</sup> du coût total.

<sup>4</sup> Cause tarifaire 2014, R-3837-2013, B-0339, Gaz Métro-7, Document 4, annexe 1.

<sup>5</sup> Pour plus de détail, voir la section 2.3 du rapport d'Éconoler.

<sup>6</sup>  $(113\,261 - 103\,605) / 103\,605 \times 100 = 9,3\%$ .

Tableau 1 - Comparatif des coûts des configurations 1 et 2

	Unités de toit au gaz naturel		Unités de toit d'une énergie concurrente
	Configuration 1	Configuration 2	
Tuyauterie principale	19 412	9 756	
Coût accès au toit + tuyauterie secondaire	7 148	7 148	
Unité de toit	81 578	81 578	67 168
Livraison de l'appareil sur le toit	3 936	3 936	3936
Mise en marche	1 187	1 187	642
<b>TOTAL</b>	<b>113 261</b>	<b>103 605</b>	<b>71 746</b>

1 À partir des données du tableau 3, il est possible de comparer le coût total des configurations 1  
2 et 2 à celle d'une installation d'une énergie concurrente. Les configurations 1 et 2 sont  
3 respectivement plus chères de 37 % et de 31 %. De plus, la configuration 1 est 9 % plus chère  
4 que la configuration 2, laquelle correspond actuellement au coût contenu dans la grille G2<sup>7</sup>. La  
5 grille G5 devrait considérer les coûts de la grille G2 en plus du surcoût de la tuyauterie principale  
6 associé à la configuration 1. Par ailleurs, la grille G5 est actuellement moins généreuse que la  
7 grille G2. Considérant que la grande majorité du surcoût est prise en compte dans la grille G2,  
8 Econoler ne pense pas pertinent de maintenir la grille G5 et recommande d'inclure les clients de  
9 type condo commercial à même les clients inclus dans la grille G2. Énergir appliquera cette  
10 recommandation et procédera au retrait de la grille G5.

## 1.2 GRILLE G6

11 Actuellement la grille G6 permet d'octroyer des aides financières aux clients sur réseau du  
12 marché affaires et multilocatif (4 logements ou plus) pour les appareils de procédés, et ce, sans  
13 discrimination du type de procédés. Énergir, a voulu évaluer la possibilité de distinguer certains  
14 appareils de procédés étant donné que leur utilisation est très différente. Pour ce faire, elle a  
15 demandé à la firme Éconoler de réaliser une analyse de surcoût distincte pour les appareils de

<sup>7</sup> Grille d'aide financière pour le marché affaires et multilocatif (4 logements ou plus), chauffage, clients sur réseau, conversion, nouvelle construction et nouvelle vocation.

1 procédés les plus populaires. Le rapport d'Éconoler contient donc une analyse de surcoût pour  
2 la chaudière, le chauffe-eau, le make-up air ainsi que pour les autres appareils. Énergir propose  
3 d'examiner chacun des appareils distinctement.

### 1.2.1 Chaudière

4 La chaudière est un appareil qui peut notamment être utilisé pour des procédés. Par exemple, la  
5 chaudière peut être utilisée dans une buanderie pour générer des débits importants d'eau  
6 chaude, ou dans une usine alimentaire pour stériliser des surfaces de travail. Énergir a demandé  
7 à Éconoler de vérifier si les chaudières utilisées comme procédés comportent des différences  
8 quant à leur utilisation par rapport à celles utilisées pour le chauffage. De plus, Éconoler a vérifié  
9 si les paramètres contenus dans la méthodologie utilisée dans la précédente analyse comparative  
10 du coût des appareils au gaz naturel et des énergies concurrentes<sup>8</sup> devaient être modifiés.  
11 Éconoler indique dans son rapport qu'au niveau de la technologie, il n'y a pas de différence entre  
12 une chaudière générant de l'eau chaude pour le chauffage ou pour les procédés. Ce qui distingue  
13 l'utilisation d'une chaudière en mode procédés est la puissance de chauffe requise qui sera  
14 nécessairement plus grande. Au niveau de la méthodologie permettant d'établir le surcoût des  
15 appareils, Éconoler indique que les coûts d'achat et d'installation d'une chaudière sont les mêmes  
16 en mode chauffage qu'en mode procédés. Dès lors, Énergir propose de ne pas inclure dans la  
17 grille G6 une catégorie d'appareil intitulé « chaudière ». Les chaudières seront désormais  
18 admissibles aux aides financières contenues dans les grilles G2<sup>9</sup>, G3<sup>10</sup> et G4<sup>11</sup>, ce qui augmente  
19 l'aide financière offerte pour ce type d'appareil par rapport à l'actuelle grille G6.

### 1.2.2 Chauffe-eau

20 Énergir a demandé à Éconoler de réaliser une analyse de surcoûts pour le chauffe-eau. Les  
21 appareils qui ont fait l'objet de l'étude sont les chauffe-eau à efficacité standard. La firme a

---

<sup>8</sup> Cause tarifaire 2014, R-3837-2013, B-0339, Gaz Métro-7, Document 4, annexe 1.

<sup>9</sup> Grille d'aide financière pour le marché affaires et multilocatif (4 logements ou plus), chauffage, clients sur réseau, conversion, nouvelle construction et nouvelle vocation.

<sup>10</sup> Grille d'aide financière pour le marché affaires et multilocatif (4 logements ou plus), chauffage, clients sur réseau, ajout de charge avec conversion.

<sup>11</sup> Grille d'aide financière pour le marché affaires et multilocatif (4 logements ou plus), chauffage, clients sur réseau, ajout de charge sans conversion.

1 examiné le coût d'achat et d'installation des chauffe-eau dans un contexte de conversion d'un  
2 appareil d'une énergie concurrente vers un appareil à gaz naturel.

3 Éconoler a utilisé les mêmes étapes de réalisation pour l'analyse des chauffe-eau que celles  
4 utilisées au dossier tarifaire<sup>12</sup>. Ainsi, pour évaluer le coût d'acquisition, Éconoler a considéré tous  
5 les coûts associés à l'achat d'un chauffe-eau sur la base de consultations auprès des distributeurs  
6 d'appareils. Au niveau des coûts d'installation, Éconoler a considéré toutes les étapes  
7 nécessaires à l'installation d'un chauffe-eau.

8 À partir des informations obtenues, Éconoler a déterminé des équations permettant d'estimer les  
9 coûts d'achats et d'installations en fonction de la puissance de l'appareil et générer les coûts  
10 totaux pour les chauffe-eau d'une énergie concurrente et ceux à gaz naturel, et ce, dans un  
11 contexte de conversion.

Tableau 2 - Résultat des coûts totaux pour les chauffe-eau

Marché	Volume (en m <sup>3</sup> )	Puissance de chauffage (BTU/h)	Investissement appareil au gaz naturel (\$)	Investissement appareil énergie concurrente	Surcoût gaz naturel <i>versus</i> énergie concurrente	
					\$	%
Affaires	3 000	102 600	9 278	5 178	4 100	79 %
Affaires	5 000	171 000	14 583	9 423	5 160	55 %
Affaires	10 000	342 000	26 113	14 355	11 758	82 %

12 On constate en examinant le tableau 2 que les chauffe-eau à gaz naturel installés ont un surcoût  
13 par rapport aux chauffe-eau qui utilisent une énergie concurrente. Énergir entend utiliser les  
14 données du tableau 2 pour créer une grille d'aide financière spécifique qui sera incluse dans la  
15 grille G6. L'aide financière offerte pour le chauffe-eau sera augmentée comparativement au  
16 montant offert actuellement dans la grille G6.

<sup>12</sup> Cause tarifaire 2014, R-3837-2013, B-0339, Gaz Métro-7, Document 4, annexe 1

### 1.2.3 Make-up air

1 En 2013, Énergir a déposé<sup>13</sup> une évaluation des surcoûts pour les make-up air. Rappelons que  
2 cet appareil a pour fonction de chauffer de grandes quantités d'air extérieur afin de fournir de l'air  
3 neuf en remplacement d'air vicié intérieur. Dernièrement, Énergir a obtenu des informations à  
4 l'effet que les coûts de ce type d'appareils étaient sensiblement différents, et ce, autant pour les  
5 appareils à gaz naturel que ceux utilisant une énergie concurrente. Actuellement, il y a deux types  
6 de make-up air à gaz naturel dans le marché, ceux à feu direct et ceux à feu indirect. Un make-  
7 up air à feu direct réfère aux appareils où l'air extérieur est admis, chauffé et dont les produits de  
8 combustion peuvent rester dans la même pièce. On le retrouve souvent dans les industries. Le  
9 make-up air à feu indirect chauffe l'air extérieur à l'aide d'un échangeur de chaleur et évacue à  
10 l'extérieur les produits de combustion. Ce type d'appareil se retrouve souvent dans des  
11 immeubles où des personnes peuvent y résider (multilocatif, hôtellerie, résidences personnes  
12 âgées). Cette distinction d'appareils au niveau du gaz naturel est importante étant donné que  
13 leurs coûts sont très différents.

14 Éconoler a vérifié si une modification à la méthodologie actuelle s'avérait nécessaire. Pour  
15 effectuer cette vérification, Éconoler a utilisé les make-up air disponibles les plus populaires sur  
16 le marché. Les coûts d'installation n'ont pas été modifiés puisqu'il n'y a eu aucun changement  
17 significatif entre le rapport de 2014 et maintenant.

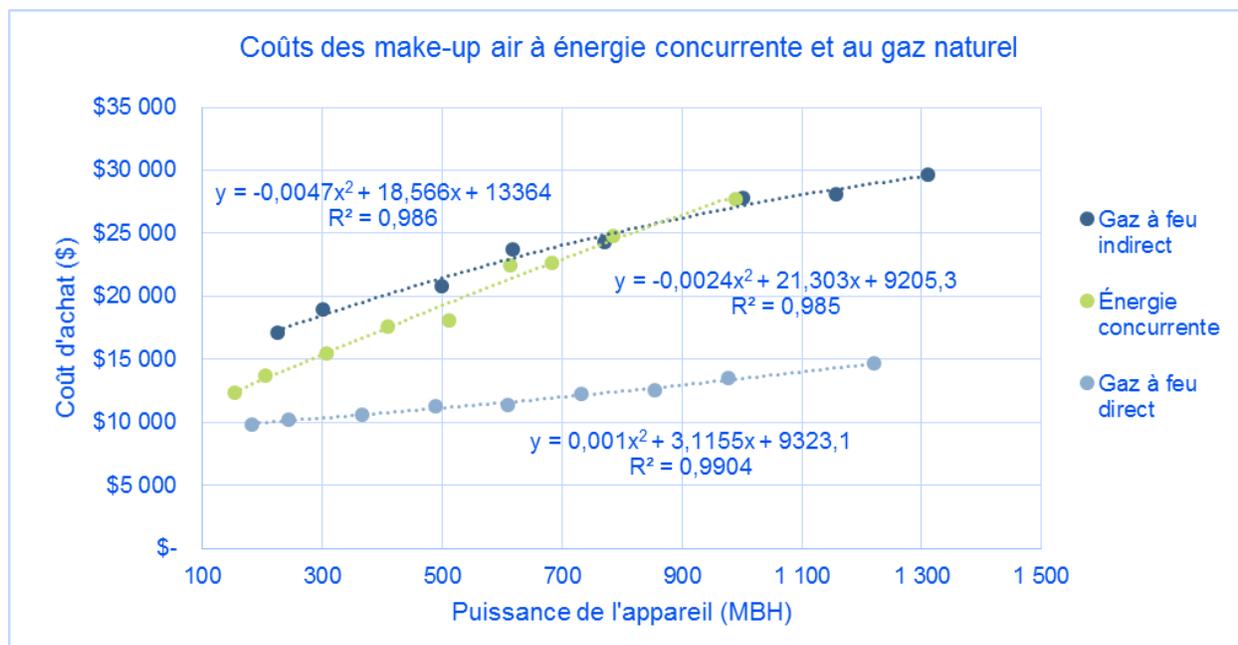
18 Les résultats de l'analyse d'Éconoler<sup>14</sup> démontrent une augmentation du coût d'achat, et ce,  
19 autant pour les make-up air utilisant une énergie concurrente que ceux à gaz naturel (feu direct  
20 et indirect). Cependant, l'augmentation des coûts est plus importante pour les appareils utilisant  
21 une énergie concurrente que ceux à gaz naturel.

---

<sup>13</sup> Cause tarifaire 2014, R-3837-2013, B-0339, Gaz Métro-7, Document 4, annexe 1.

<sup>14</sup> Pour plus de détail, voir la section 3.2.1 du rapport d'Éconoler.

Graphique 1 - Mise à jour des coûts totaux des make-up air



- 1 Le graphique 1 permet de constater que les make-up air à feu indirect coûtent plus cher que ceux
- 2 d'une énergie concurrente. Par ailleurs, cela n'est pas le cas pour les appareils à feu direct
- 3 puisqu'ils sont plus économiques que ceux d'une énergie concurrente et ainsi, ils ne pourront pas
- 4 bénéficier d'une aide financière du PRC. Énergir présente le tableau 3 qui permet de visualiser
- 5 les surcoûts par type de clients et par type d'appareils.
- 6 Ainsi, l'aide financière offerte pour le make-up air à feu indirect sera augmentée comparativement
- 7 au montant offert actuellement dans la grille G6 alors que les appareils à feu direct ne seront plus
- 8 subventionnés.

Tableau 3 - Résultat des coûts totaux pour le make-up air

Marché	Type appareil	Volume (en m <sup>3</sup> )	Puissance de chauffage (BTU/h)	Investissement appareil au gaz naturel (\$)	Investissement appareil à énergie concurrente (\$)	Surcoût gaz naturel versus énergie concurrente	
						\$	%
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Indirect	6 000	248 136	26 471	17 521	8 950	51
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Indirect	10 000	413 559	31 351	20 824	10 527	51
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Indirect	30 000	1 240 678	51 159	35 855	15 304	43
Affaires (12 logements et +)	Indirect	6 000	248 136	27 852	18 391	9 461	51
Affaires (12 logements et +)	Indirect	10 000	413 559	33 037	21 691	11 346	52
Affaires (12 logements et +)	Indirect	30 000	1 240 678	53 641	36 711	16 930	46
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Direct	6 000	203 390	18 003	17 521	482	3
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Direct	10 000	338 983	20 637	20 824	- 187	- 1
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Direct	30 000	1 016 949	33 466	35 855	- 2 389	- 7

#### 1.2.4 Autres appareils de procédés

1 Énergir a aussi examiné les types d'appareils qui sont utilisés pour les procédés outre ceux  
2 mentionnés au préalable. Essentiellement, Énergir a analysé la base de données des nouvelles  
3 ventes de l'ensemble des « autres appareils de procédés ». Elle a constaté qu'il y a un nombre  
4 important d'appareils différents qui sont utilisés pour les procédés chez les clients. Par exemple  
5 on y retrouve des bruleurs, séchoirs, fours crématoires, etc. Énergir a également regardé la

1 proportion des appareils de procédés outre ceux mentionnés au préalable pour constater que ces  
2 autres appareils représentent moins de 20 % en termes de vente dans la grille G6. En  
3 conséquence, Énergir propose de recourir à l'approche au cas par cas pour traiter ces appareils  
4 puisqu'une standardisation de l'aide financière n'est pas requise.

### 1.3 AÉROTHERME

5 En 2014, Énergir a déposé une méthodologie au dossier tarifaire 2014<sup>15</sup> dans laquelle  
6 l'aérotherme ne présente pas de surcoûts lorsqu'il est comparé à un appareil utilisant une énergie  
7 concurrente. Lors du dossier tarifaire 2016<sup>16</sup>, Énergir avait proposé d'appliquer une période de  
8 transition de deux ans puisque les variations des aides financières étaient importantes. Le  
9 distributeur indiquait alors que le retrait complet de l'aide financière pourrait causer un choc dans  
10 le marché. Énergir avait aussi précisé que la période de transition lui permettrait de développer  
11 des outils pour permettre à sa force de vente externe de générer le même niveau de ventes, sans  
12 aide financière.

13 L'aide financière pour l'aérotherme devait arriver à échéance à la fin de l'année 2017<sup>17</sup>. Toutefois  
14 Énergir constate que les ventes de cet appareil ont significativement baissé durant la dernière  
15 année. Cette baisse des ventes d'aérothermes amène Énergir à se questionner sur ce marché  
16 spécifique. Dans ce contexte particulier, Énergir pense nécessaire de mandater une firme externe  
17 afin d'approfondir ses connaissances du marché et de la gamme des appareils utilisant une  
18 énergie concurrente. De plus, cette étude analysera l'opportunité de mettre à jour les surcoûts,  
19 et le cas échéant, de revoir les grilles d'aides financières spécifiques à l'aérotherme. De manière  
20 à maintenir un niveau de ventes bénéfique pour l'ensemble de la clientèle, Énergir maintiendra  
21 l'aide financière actuelle pour cet appareil d'ici l'obtention des résultats de l'étude et du dépôt de  
22 la preuve au dossier tarifaire 2018-2019.

---

<sup>15</sup> Cause tarifaire 2014, R-3837-2013, B-0339, Gaz Métro 7, Document 4, annexe 1.

<sup>16</sup> R-3879-2014, B-0616, Gaz Métro-104, Document 3, page 16.

<sup>17</sup> Décision D-2017-073, paragr. 109 et 110.

**CONCLUSION**

- 1 **Énergir demande à la Régie de prendre acte du suivi requis par la décision D-2017-073**
- 2 **relatif aux résultats de l'évaluation des surcoûts moyens reliés aux grilles 5 et 6 ainsi que**
- 3 **leur impact sur les montants d'aide financière spécifiés dans ces grilles.**



# ANALYSE COMPARATIVE DU COÛT DES APPAREILS AU GAZ NATUREL ET DES ÉNERGIES CONCURRENTES

ÉNERGIR

Rapport final

Version 1.0

28 novembre 2017



**ECONOLER**

## TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>1 PORTÉE DU MANDAT</b> .....	<b>2</b>
<b>2 CONDOMINIUMS COMMERCIAUX</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Observation</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 Méthodologie</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3 Résultats</b> .....	<b>5</b>
<b>2.4 Conclusion</b> .....	<b>7</b>
<b>3 UNITÉS DE COMPENSATION D’AIR (MAKE-UP AIR)</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1 Méthodologie</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2 Résultats</b> .....	<b>8</b>
3.2.1 Révision des régressions du coût des appareils .....	8
3.2.2 Évaluation des surcoûts .....	14
<b>3.3 Conclusion</b> .....	<b>15</b>
<b>4 CHAUFFE-EAU</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1 Méthodologie</b> .....	<b>16</b>
4.1.1 Énumération des différentes tâches associées aux types de vente .....	16
4.1.2 Regroupement de certains segments de marché .....	20
4.1.3 Collecte de l’information primaire .....	21
<b>4.2 Modélisation et régressions</b> .....	<b>23</b>
4.2.1 Régressions : coût des appareils .....	24
4.2.2 Régressions : coûts directs d’installation .....	25
4.2.3 Régressions : coûts indirects d’installation .....	26
<b>4.3 Calcul des surcoûts par palier de consommation</b> .....	<b>26</b>
<b>4.4 Validation et correction des coûts</b> .....	<b>27</b>
4.4.1 Validation auprès des distributeurs d’appareils .....	27
4.4.2 Principales modifications effectuées à la suite des validations .....	27
<b>4.5 Résultats – Cas types</b> .....	<b>28</b>
<b>4.6 Conclusion</b> .....	<b>28</b>
<b>5 CHAUDIÈRES</b> .....	<b>29</b>
<b>5.1 Observation</b> .....	<b>29</b>

5.2 Résultats .....	29
CONCLUSION.....	30
ANNEXE I - EXEMPLES DE RÉSULTATS POUR LES DIFFÉRENTS CAS TYPES DE MAKE-UP AIR .....	32
ANNEXE II EXEMPLES DE RÉSULTATS POUR LES DIFFÉRENTS CAS TYPES DE CHAUFFE-EAU .....	33

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif des coûts calculés avec le modèle initial pour la Configuration 2 .....	5
Tableau 2 : Coûts de tuyauteries principales calculés pour la Configuration 2 et coût incrémental estimé pour la Configuration 1 .....	6
Tableau 3 : Comparatif des coûts d'installation de cinq unités de toit au gaz naturel avec la configuration 1, la configuration 2, et de cinq unités de toit à énergie concurrente .....	6
Tableau 4 : Plage d'application du coût des appareils à l'étude pour le modèle ajusté.....	9
Tableau 5 : Comparaison des coûts totaux de conversion des make-up air au gaz naturel, calculés par le <i>Modèle original</i> et le modèle ajusté, pour un volume de 10 000 m <sup>3</sup> .....	13
Tableau 6 : Évaluation des surcoûts moyens pour les make-up air .....	14
Tableau 7 : Tâches considérées en conversion .....	18
Tableau 8 : Caractéristiques des segments de marché « affaires » .....	20
Tableau 9 : Plage d'application des régressions du calcul des coûts directs d'installation.....	22
Tableau 10 : Résultats de l'analyse corrélative entre le prix et la puissance d'un appareil .....	25
Tableau 11: Exemples pour les différents cas types de make-up air étudiés.....	32
Tableau 12 : Exemples pour les différents cas types de chauffe-eau étudiés.....	33

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Représentation de la Configuration 1 .....	3
Figure 2 : Représentation de la Configuration 2 .....	4
Figure 3 : Comparaison des coûts du <i>Modèle original</i> et des coûts actualisés des make-up air au gaz naturel à feu indirect .....	9
Figure 4 : Comparaison des coûts du <i>Modèle original</i> et des coûts des make-up air au gaz naturel à feu direct.....	10
Figure 5 : Comparaison des coûts du <i>Modèle original</i> et des coûts actualisés des make-up air à énergie concurrente .....	11
Figure 6 : Comparatif des coûts d'achat des make-up air à énergie concurrente et au gaz naturel, actualisés avec les données des meilleurs vendeurs .....	12
Figure 7 : Comparatif des coûts totaux des make-up air à une énergie concurrente et au gaz naturel, actualisés avec les données des meilleurs vendeurs .....	13

## ABRÉVIATIONS

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
kBTU	Millier d'unités thermiques britanniques
MBH	Millier d'unités thermiques américaines
PCGN	Partenaire certifié de gaz naturel d'Énergir
PGEÉ	Plan global en efficacité énergétique
RSMeans	Outil de référence permettant l'estimation des coûts de construction.
R <sup>2</sup>	Coefficient de détermination
TR	Tonne de refroidissement

## INTRODUCTION

Énergir a mandaté Econoler dans la continuité d'une étude réalisée pour elle en 2013. L'étude avait consisté à réaliser une analyse comparative du coût des appareils au gaz naturel et des énergies concurrentes, c'est-à-dire leurs équivalents fonctionnant à l'électricité, au mazout ou au propane, afin de procéder à la mise à jour de ses programmes d'aide financière, et de fournir les éléments de réponses à une demande formulée par la Régie de l'énergie. Les résultats de cette analyse ont été déposés à la Régie de l'énergie<sup>1</sup>. Aux fins du présent rapport, la méthodologie déposée en 2013 sera référée dans le présent rapport comme étant le « Modèle original ».

Au fil des années, le marché a évolué. Ayant le souci de rester au plus proche des réalités du marché, Énergir s'est intéressée à mettre à jour les écarts moyens de coûts évalués pour plusieurs appareils de chauffage et d'eau chaude alimentés au gaz naturel et leurs équivalents fonctionnant avec d'autres sources d'énergie, selon les équipements de chauffage considérés. Pour la suite du rapport, les équipements alimentés par d'autres sources que le gaz naturel seront appelés équipements « à énergie concurrente ». La présente étude consiste à réviser les calculs de coûts d'acquisition et d'installation pour plusieurs types d'appareils, qui avaient été développés en 2013, et mettre à jour lesdites équations lorsque des écarts ont été constatés.

Le rapport contient une description complète de la démarche utilisée pour atteindre les objectifs de cette étude et un sommaire des résultats.

Les sections suivantes détaillent, pour chacun des points d'interventions mentionnés ci-dessus la méthodologie employée, l'analyse effectuée, les solutions proposées et le cas échéant les ajustements apportés sur le calcul des coûts.

---

<sup>1</sup> R-3837-2013, Gaz Métro – 7, Document 4.

## 1 PORTÉE DU MANDAT

Les scénarios, sur lesquels l'analyse des coûts a porté, ont été identifiés par Énergir en début de mandat.

Un scénario est composé d'un segment de marché, d'un type de vente<sup>2</sup> et d'un appareil. Le segment de marché à l'étude est le marché d'affaires. L'analyse a porté sur la conversion d'un appareil. La « conversion » concerne le remplacement d'un appareil par un autre utilisant une source d'énergie alternative.

Le présent rapport décrit les différents scénarios considérés au sein du rapport, à savoir :

- › Identification des surcoûts contenus à la grille 5 : Analyse comparative des coûts de conduites de gaz naturel associés aux nouvelles installations d'unités de toit au gaz naturel pour les condominiums commerciaux;
- › Identification des surcoûts des appareils contenus à la grille 6 :
  - Unités de compensation d'air (Make-up air) au gaz naturel : Conversion de make-up air au gaz naturel par des appareils à énergie concurrente, pour le du secteur affaires;
  - Chauffe-eau : conversion de chauffe-eau à énergie concurrente par des chauffe-eau au gaz naturel à efficacité standard, pour le marché affaires;
  - Chaudière : Analyse des hypothèses considérées pour l'estimation des coûts des chaudières en mode chauffage et en mode procédés.

---

<sup>2</sup> Inclus les ventes en conversion et en nouvelle construction.

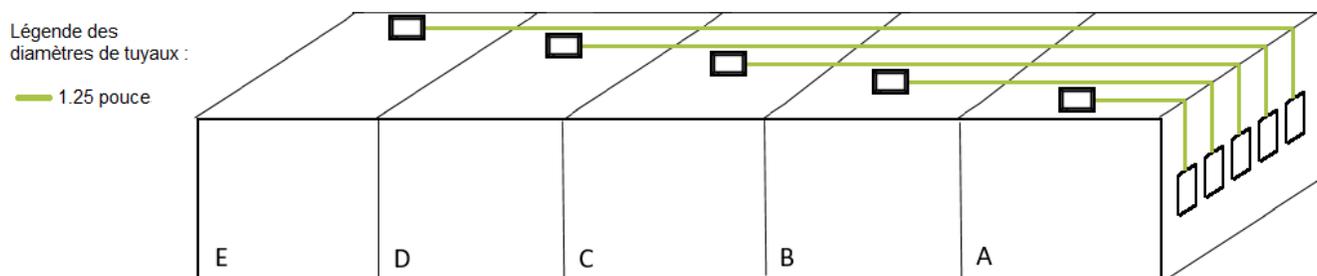
## 2 CONDOMINIUMS COMMERCIAUX

Énergir se questionne quant à la méthodologie de calcul employée dans le *Modèle original* pour déterminer les coûts relatifs à l'installation de nouvelles unités de toit au gaz naturel pour les bâtiments de type condominiums commerciaux<sup>3</sup>.

Le questionnement concerne plus particulièrement l'écart pouvant exister entre les coûts de conduite de gaz naturel estimés par le *Modèle original* et les coûts véritablement induits par l'installation de nouvelles unités de toit au gaz naturel sur des condominiums commerciaux.

### 2.1 Observation

Selon les informations collectées par Énergir, les condominiums commerciaux font généralement partie d'un même bâtiment et sont côte à côte. Lorsque des unités de toit au gaz naturel sont installées pour chauffer et rafraîchir les condominiums, le gaz naturel est acheminé à partir du compteur vers l'unité de toit située en toiture, par l'intermédiaire d'une tuyauterie principale. Des tuyauteries secondaires sont ajoutées pour relier l'unité de toit à la tuyauterie de gaz principale. Chaque unité de toit dispose d'un compteur et d'une alimentation individuelle en gaz naturel. Les compteurs sont regroupés au même endroit. L'acheminement du gaz naturel vers l'unité de toit la plus éloignée (condominium E) nécessitera donc une tuyauterie de gaz plus longue. La Figure 1 illustre cette situation, appelée Configuration 1 dans la suite du rapport :

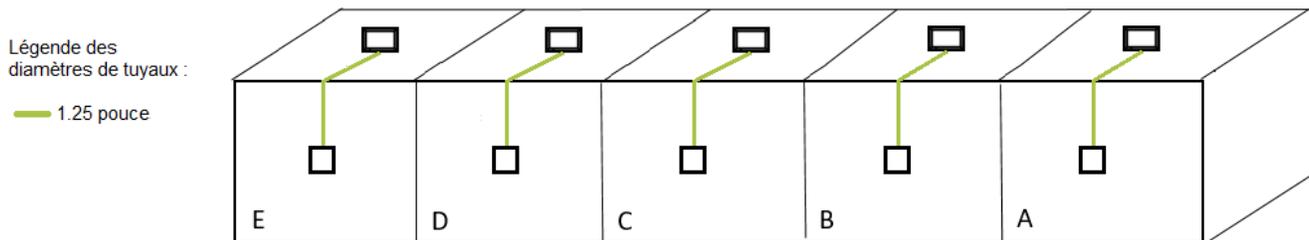


**Figure 1 : Représentation de la Configuration 1**

Le *Modèle original* qu'Énergir utilise actuellement pour évaluer les coûts d'installation des unités de toit sur des condominiums commerciaux considère une même longueur de tuyauterie pour alimenter chacune des unités de toit. Dans cette configuration, les compteurs de gaz sont installés au pied de chaque condominium. La longueur de la tuyauterie principale de gaz naturel est identique pour chacun des condominiums. La Figure 2 illustre la configuration considéré par Énergir, appelée Configuration 2

<sup>3</sup> Ces coûts sont utilisés pour l'attribution des aides financières de la grille n° 5.

dans la suite du rapport. Cette figure permet d'illustrer que chaque installation aura le même coût, quel que soit le client.



**Figure 2 : Représentation de la Configuration 2**

Énergir a requis les services d'Econoler afin de procéder à une analyse comparative entre les coûts de tuyauteries de gaz naturel estimés par le *Modèle original* (configuration 2) et la configuration 1. Plus précisément, Econoler a évalué s'il était nécessaire d'ajuster les formules des coûts de tuyauteries associés à l'installation de nouvelles unités de toit.

## 2.2 Méthodologie

Pour les calculs, Econoler a utilisé des bâtiments de deux étages et une puissance de 250 MBH en chauffage pour chaque unité de toit. Le coût du nouvel appareil, les coûts de livraison du nouvel appareil sur le toit ainsi que le coût de mise en marche du nouvel appareil sont identiques pour les deux cas étudiés.

Pour les fins de modélisation des coûts, deux types de tuyauteries de gaz naturel sont utilisés pour acheminer le gaz naturel. Une tuyauterie de gaz principale est utilisée à partir du compteur d'Énergir. Une tuyauterie de gaz secondaire est utilisée pour relier chaque unité de toit à la tuyauterie de gaz principale.

Dans les deux configurations étudiées, le diamètre de la tuyauterie principale est identique en tout point. Un diamètre de 1¼ pouce est requis pour être en capacité de transporter une capacité de chauffage de 250 MBH<sup>4</sup>.

Econoler a donc cherché à comparer les coûts de tuyauteries de gaz naturel des deux scénarios suivants, pour un bâtiment de deux étages qui comprendrait cinq unités de condominiums commerciaux, chacun alimenté par une unité de toit d'une puissance de 250 MBH en chauffage :

- › Les cinq unités de toits sont chacune alimentées par une tuyauterie principale de diamètre constant. Tous les compteurs sont regroupés sur la façade du condominium A (Configuration 1);

<sup>4</sup> Consulgaz (2008). Méthodologie utilisée – Modernisation d'une unité de toit existante. Coût de remplacement d'une unité de toit électrique.

- › Les cinq unités de toits sont alimentées par une tuyauterie principale de diamètre constant. Les compteurs sont installés sur les façades de chaque condominium (Configuration 2, *Modèle original*).

## 2.3 Résultats

Les coûts de tuyauterie ont été calculés en utilisant la Configuration 2, actuellement prise comme référence par Énergir. L'estimation a été réalisée en considérant un seul appareil d'une puissance de 250 MBH, puis les coûts estimés ont été multipliés par cinq. Les résultats sont rapportés dans le Tableau 1.

**Tableau 1 : Récapitulatif des coûts calculés avec le modèle initial pour la Configuration 2**

	Coût pour une unité de toit (250 MBH)		Coût pour cinq unités de toit (250 MBH)*	
	Coût du matériel <sup>5</sup>	Coût d'installation <sup>6</sup>	Coût du matériel <sup>4</sup>	Coût d'installation <sup>5</sup>
Accès au toit	213 \$	-	1 063 \$	-
Tuyauterie principale	772 \$	1 179 \$	3 863 \$	5 894 \$
Tuyauterie secondaire	443 \$	774 \$	2 215 \$	3 871 \$
<b>TOTAL</b>	<b>1 428 \$</b>	<b>1 953 \$</b>	<b>7 140 \$</b>	<b>9 765 \$</b>
<b>GRAND TOTAL</b>	<b>3 381 \$</b>		<b>16 905 \$</b>	

\*Le coût total est calculé en multipliant le coût pour une unité de toit par cinq

Afin de comparer les deux configurations, les coûts de tuyauterie ont été calculés selon la Configuration 1, soit en considérant qu'une longueur de tuyauterie principale de gaz naturel supplémentaire de 30 pieds doit être ajoutée pour chaque condominium. Ainsi le client B aura 30 pieds de tuyauterie de plus, donnant lieu à un surcoût de 966 \$, alors que le client D aura 90 pieds de tuyauterie, donnant lieu à un surcoût de 3 863 \$. A noter que les coûts tels que l'accès au toit et la tuyauterie secondaire identiques à ceux de la configuration 2. Les résultats sont détaillés dans le Tableau 2.

<sup>5</sup> Données issues de l'étude Consulgaz. Méthodologie utilisée – Modernisation d'une unité de toit existante. De 0 à 1000 MBH, l'ajout d'un accès au toit est requis sur 50% des bâtisses, et ce, 1 fois sur 5. Pour 1001 MBH et plus, l'ajout d'un accès au toit sera requis sur 50% des bâtisses.

<sup>6</sup> Données issues de l'étude Consulgaz et des données RSMMeans

**Tableau 2 : Coûts de tuyauteries principales calculés pour la Configuration 2 et coût incrémental estimé pour la Configuration 1**

	Coût Configuration 2 (en \$)	Surcoût total de la Configuration 1 (en \$)
Condominium A	1 951	0
Condominium B	1 951	966
Condominium C	1 951	1 932
Condominium D	1 951	2 898
Condominium E	1 951	3 864
<b>TOTAL</b>	<b>9 755</b>	<b>9 657</b>

Les coûts de la tuyauterie principale calculés avec le *Modèle original* (Configuration 2) sont deux fois moins importants que ceux estimés pour la Configuration 1 (représentative de la réalité du marché).

Il est à noter que ces coûts représentent une fraction du coût total associé à l'installation d'une unité de toit au gaz naturel sur un condominium commercial. Le coût de l'unité de toit, de la livraison de l'appareil en toiture et de la mise en marche sont à ajouter pour obtenir le coût total.

Ces coûts sont identiques pour les deux configurations. Les coûts sont détaillés dans le Tableau 3, pour les deux configurations, et comparés aux coûts d'installation de cinq unités de toit à énergie concurrente.

**Tableau 3 : Comparatif des coûts d'installation de cinq unités de toit au gaz naturel avec la configuration 1, la configuration 2, et de cinq unités de toit à énergie concurrente**

	Unités de toit au gaz naturel		Unités de toit à une énergie concurrente
	Configuration 1	Configuration 2	
Tuyauterie principale	19 412	9 756	
Coût accès au toit + tuyauterie secondaire	7 148	7 148	
Unité de toit	81 578	81 578	67 168
Livraison de l'appareil sur le toit	3 936	3 936	3 936
Mise en marche	1 187	1 187	642
<b>TOTAL</b>	<b>113 261</b>	<b>103 605</b>	<b>71 746</b>

Les coûts totaux calculés avec la Configuration 1 correspondent à 113 261 \$ et ceux de la Configuration 2 utilisée par Énergir sont de 103 605 \$. L'écart de coût est donc de près de 9 700 \$ et représente 9,3 % du coût total par rapport au cas réel. L'écart entre le cas réel (Configuration 1) et la configuration prise

comme référence par Énergir (Configuration 2) est négligeable et plus petit que l'incertitude des coûts du *Modèle original*.

En considérant la Configuration 1, la conversion des cinq unités de toit au gaz naturel par cinq unités de toit à énergie concurrente coûte 37 % plus cher qu'un remplacement. Avec la Configuration 2 utilisée par Énergir, le surcoût s'élève à 31 % lorsqu'on compare la conversion des cinq unités de toit au gaz naturel pour cinq unités de toit à énergie concurrente, avec le simple remplacement des unités de toit au gaz naturel.

## **2.4 Conclusion**

La méthode d'évaluation des coûts d'installation des unités de toit sur cinq condominiums commerciaux actuellement utilisée par Énergir (basée sur la Configuration 2) sous-estime les coûts globaux d'installation de 9,3 % par rapport à la configuration rencontrée dans la réalité (Configuration 1) tel qu'illustré au tableau 3. Les deux configurations sont significativement plus dispendieuses que l'énergie concurrente. Actuellement la grille G5 ne considère pas l'excédent de coûts de tuyauterie dans la détermination des surcoûts et est moins généreuse que la grille G2. Considérant que la majorité des surcoûts sont pris en compte dans la grille G2, Econoler recommande d'abolir la grille G5 et d'inclure les clients de type condos commerciaux à la grille G2.

## 3 UNITÉS DE COMPENSATION D'AIR (MAKE-UP AIR)

Énergir veut mettre à jour les données sur les coûts des unités de compensation d'air (make-up air) employés dans le *Modèle original*. Pour ce faire Econoler a procédé à une révision des coûts des appareils sur la base des modèles les plus couramment vendus.

### 3.1 Méthodologie

Les données de coûts d'achat des appareils issues du *Modèle original* ont été examinées. L'analyse a porté sur les make-up air au gaz naturel à feu direct, les make-up air au gaz naturel à feu indirect et les make-up air à énergie concurrente. Un make-up air a pour fonction de chauffer de grande quantité d'air extérieur afin de fournir de l'air neuf en remplacement d'air vicié intérieur. Un make-up air à feu direct réfère aux appareils où l'air extérieur est admis, chauffé directement par un brûleur puis immédiatement dirigé dans la pièce. Ce type d'équipement se retrouve principalement dans les industries. Le make-up air à feu indirect chauffe l'air extérieur à l'aide d'un échangeur de chaleur et est muni d'une sortie pour évacuer les produits de combustion. Dans cette configuration, l'air extérieur admis ne traverse pas la même section de l'échangeur de chaleur que les produits de combustion. L'air extérieur se réchauffe ainsi au contact de l'échangeur et les fumées sont évacuées à l'extérieur du bâtiment.

Les coûts des make-up air à énergie concurrente et au gaz ont été révisés, en utilisant les appareils les plus vendus. Ces informations ont été fournies par Énergir qui les a recueillies auprès des distributeurs d'équipement du marché. Seuls les coûts d'acquisition des appareils ont fait l'objet d'une actualisation et la régression établie entre les coûts des appareils et les puissances de chauffage a été modifiée en conséquence dans le *Modèle original* pour que les coûts de l'étude reflètent mieux les coûts du marché observés, donnant lieu à un modèle ajusté. Les coûts d'installation n'ont pas fait l'objet de modification n'ont pas fait l'objet de révision étant donné qu'il n'y avait aucun changement significatif.

Les nouvelles régressions ont été établies en tenant compte de l'efficacité de chacun des appareils. Une relation a ainsi été établie afin d'associer le volume de consommation à la puissance d'entrée de chauffage nécessaire pour chaque type d'appareil.

### 3.2 Résultats

Cette section présente les résultats obtenus suite aux ajustements réalisés sur les équations de coût d'achat des make-up air à énergie concurrente et au gaz naturel.

#### 3.2.1 Révision des régressions du coût des appareils

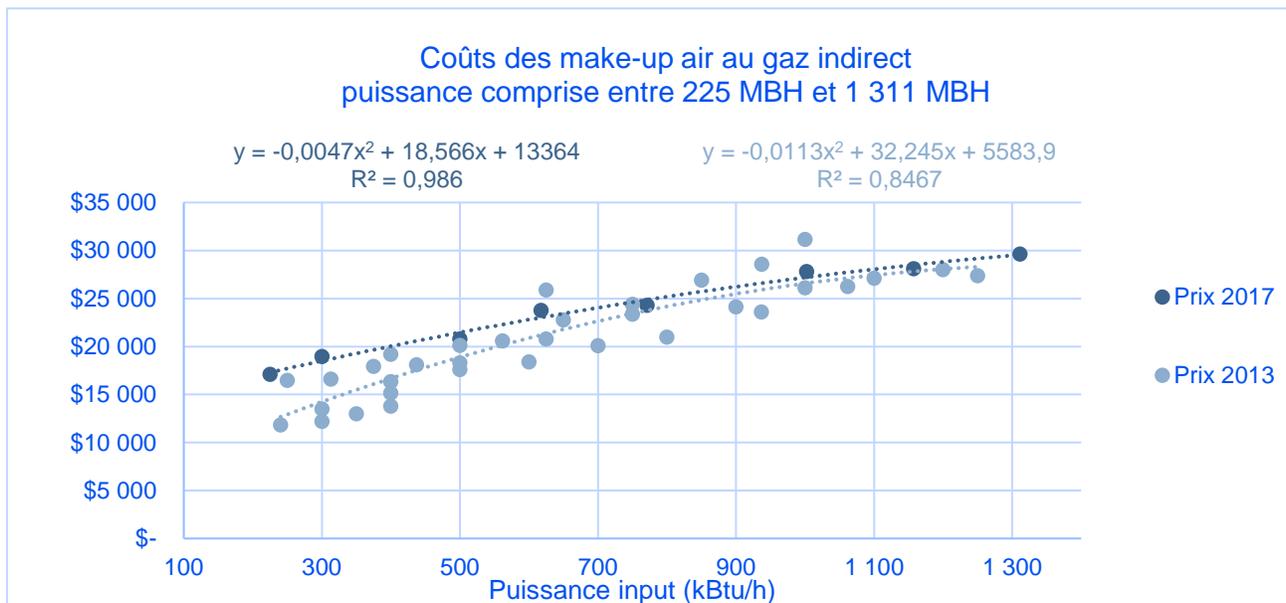
Énergir a obtenu, auprès de plusieurs distributeurs de make-up air, les coûts des modèles à énergie concurrente et au gaz naturel les plus vendus. Ces données ont été fournies à Econoler afin de mettre à jour les données de coûts du *Modèle original* des make-up air à énergie concurrente, ainsi que des make-up air au gaz naturel à feu direct et indirect.

Le Tableau 4 présente la plage de puissance pour lesquelles les corrélations ont été établies pour les make-up air analysés avec le modèle ajusté.

**Tableau 4 : Plage d'application du coût des appareils à l'étude pour le modèle ajusté**

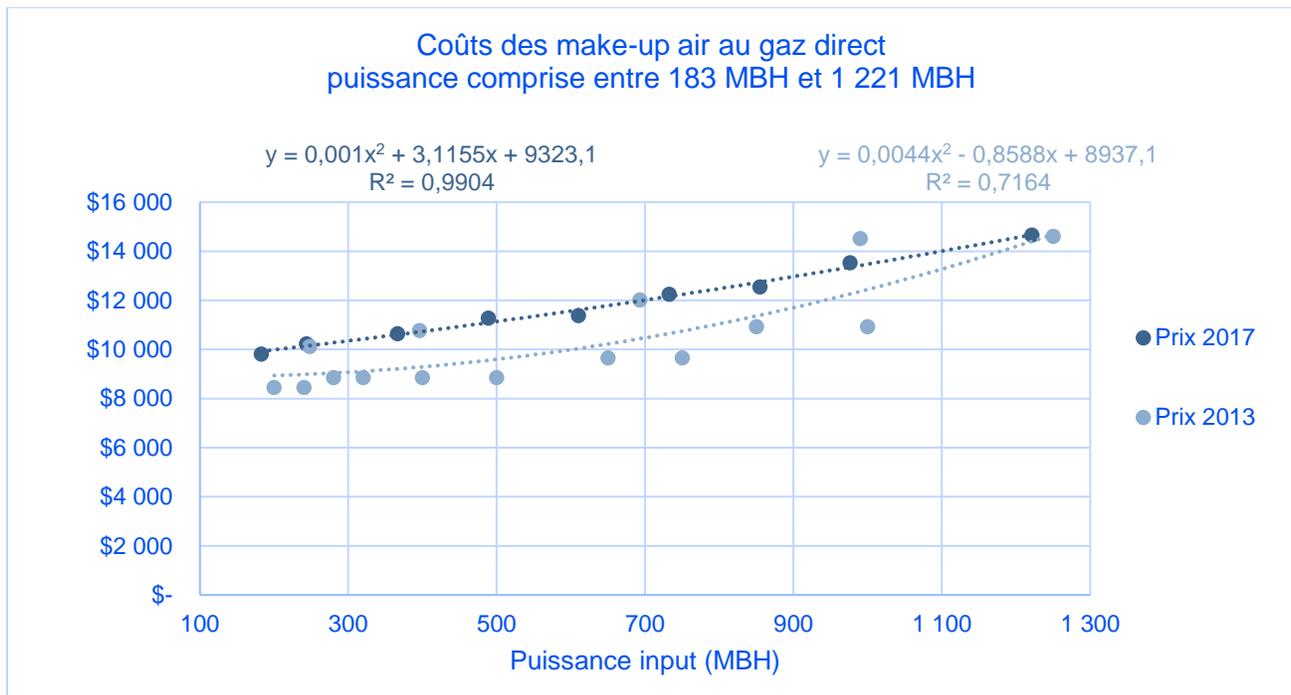
Appareil	Plage d'application (kBTU/h)
Make-up air (gaz naturel – feu indirect - standard)	225 – 1 311
Make-up air (gaz naturel – feu direct)	183 – 1 221
Make-up air (énergie concurrente)	154 – 989

La Figure 3, la Figure 4 et la Figure 5 comparent les régressions utilisées dans Modèle original et celles établies à partir des données actualisées pour les make-up au gaz naturel à feu direct et indirect ainsi que les make-up air à énergie concurrente. L'écart moyen obtenu suite à l'ajustement des données a été calculé en considérant une plage de capacité commune aux trois types d'appareils, soit entre 225 kBTU/h et 989 kBTU/h.



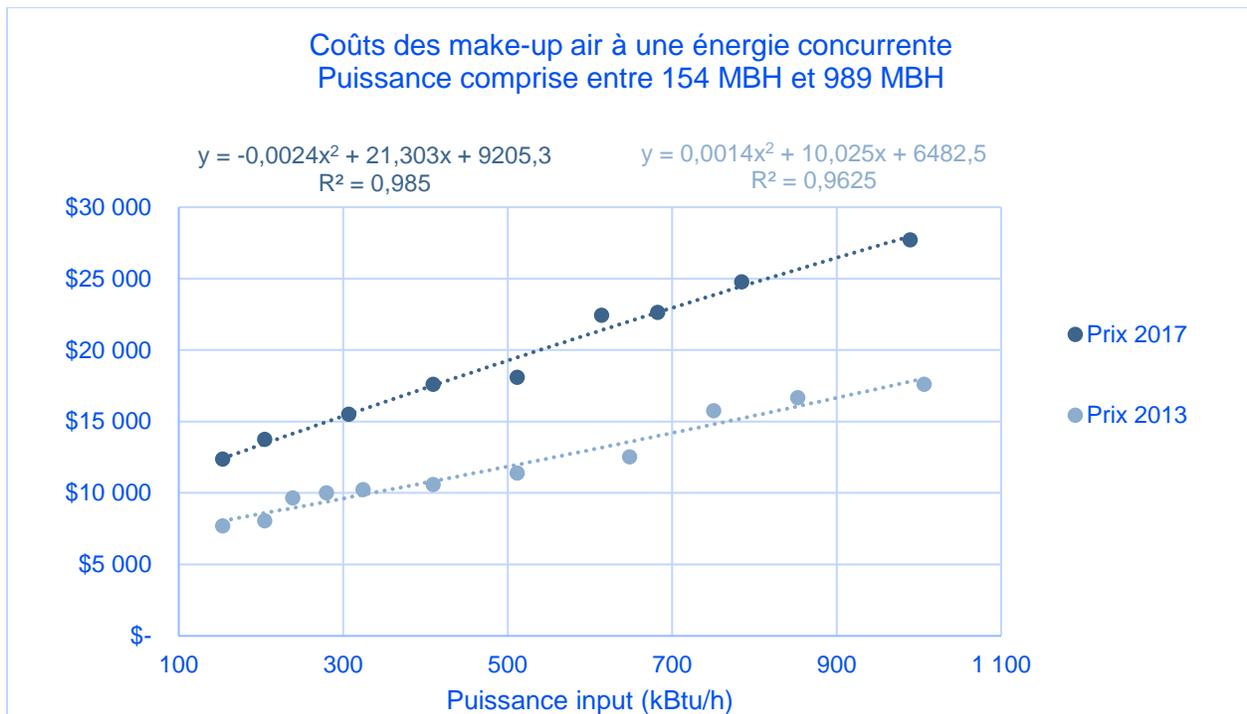
**Figure 3 : Comparaison des coûts du *Modèle original* et des coûts actualisés des make-up air au gaz naturel à feu indirect**

Pour les make-up air au gaz à feu indirect, l'actualisation des données donne lieu à un ajustement moyen à la hausse de 13 % des coûts d'achat des appareils.



**Figure 4 : Comparaison des coûts du *Modèle original* et des coûts des make-up air au gaz naturel à feu direct**

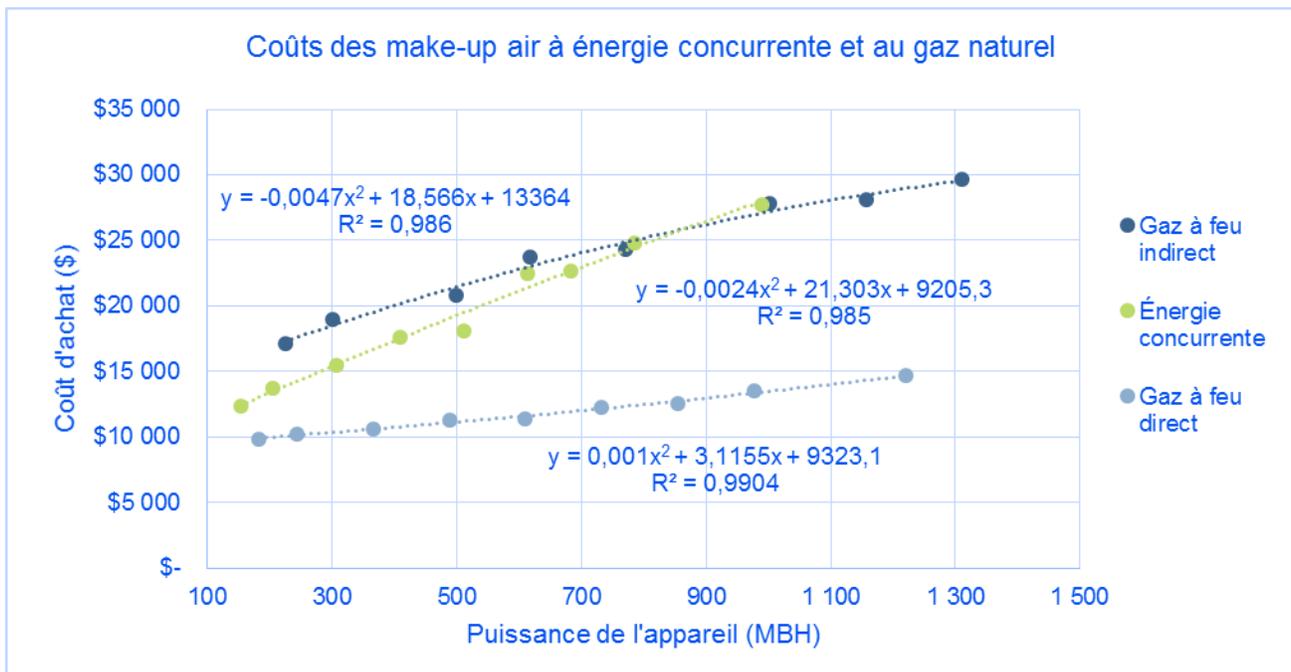
Pour les make-up air au gaz à feu direct, l'actualisation des données donne lieu à un ajustement moyen à la hausse de 14 % des coûts d'achat des appareils.



**Figure 5 : Comparaison des coûts du *Modèle original* et des coûts actualisés des make-up air à énergie concurrente**

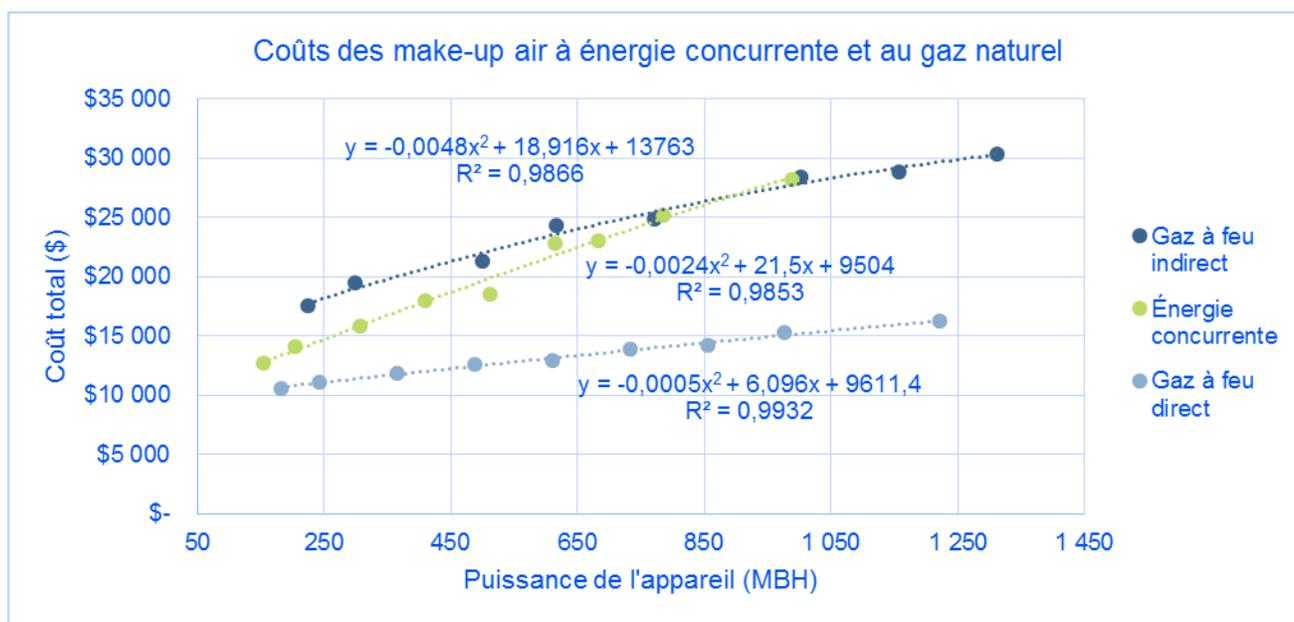
Pour les make-up air à énergie concurrente, l'actualisation des données donne lieu à une hausse significative des coûts d'achat des appareils, de près de 61 % en moyenne.

La Figure 6 reprend les régressions découlant de l'actualisation des coûts des appareils.



**Figure 6 : Comparatif des coûts d'achat des make-up air à énergie concurrente et au gaz naturel, actualisés avec les données des meilleurs vendeurs**

Les coûts d'installation ont été ajoutés aux coûts ajustés des appareils, pour déterminer les coûts totaux des make-up air à énergie concurrente et au gaz naturel. La Figure 7 illustre les régressions obtenues à partir de ces ajustements.



**Figure 7 : Comparatif des coûts totaux des make-up air à une énergie concurrente et au gaz naturel, actualisés avec les données des meilleurs vendeurs**

Les écarts suivent les mêmes tendances que celles observées pour les prix d'achat des appareils, illustrés par la Figure 6, les coûts d'installation n'ayant pas été modifiés.

A partir des nouvelles équations établies pour chacun des appareils, les coûts totaux de conversion des make-up air au gaz naturel par des make-up air à énergie concurrente ont été estimés.

Le Tableau 5 compare les coûts totaux de conversion des make-up air au gaz naturel obtenus avec le *Modèle Original* et le modèle ajusté, pour un volume de consommation de 10 000 m<sup>3</sup>. Les coûts ont été estimés pour les appareils au gaz naturel à feu direct et à feu indirect.

**Tableau 5 : Comparaison des coûts totaux de conversion des make-up air au gaz naturel, calculés par le *Modèle original* et le modèle ajusté, pour un volume de 10 000 m<sup>3</sup>**

Segment de marché	Type d'appareil	Investissement appareil au gaz naturel (\$)		Écart modèle original avec modèle ajusté (%)
		Modèle original	Modèle ajusté	
Affaires (Restaurant, usine et manufacture)	Indirect	27 963	31 351	12
Affaires (Restaurant, usine et manufacture)	Direct	19 204	20 637	7
Affaires (12 logements et plus)	Indirect	29 650	33 037	11

Pour un volume de consommation de 10 000 m<sup>3</sup>, la révision des coûts totaux de conversion d'un make-up air à une énergie concurrente par un make-up air au gaz naturel à feu indirect conduit à un ajustement à la hausse de 12 % (segment de marché regroupant les restaurants, les usines, les manufactures) et de 11 % (immeubles de 12 logements et plus). Le coût de conversion d'un make-up air au gaz naturel à feu direct par un make-up air à énergie concurrente est aussi impacté à la hausse, à hauteur de 7 %.

### 3.2.2 Évaluation des surcoûts

Suite à la mise à jour des coûts d'acquisition des make-up air à énergie concurrente et des make-up air au gaz naturel à feu direct et indirect et à l'ajustement de la puissance d'entrée en fonction de l'appareil installé, une analyse des surcoûts moyens a été réalisée pour ces trois types d'appareils. Les résultats ont été calculés en incluant les volumes de consommation de 30 000 m<sup>3</sup> et moins, soit la plage des appareils les plus fréquemment installés.

Le Tableau 6 présente l'analyse des surcoûts moyens pour différents types d'appareils, selon le type de vente, obtenus à l'aide de l'outil développé.

D'autres exemples de résultats obtenus à l'aide de l'outil sont présentés à l'Annexe I.

**Tableau 6 : Évaluation des surcoûts moyens pour les make-up air**

Marché	Type d'appareil	Conversion énergie concurrente
Affaires (Restaurant, usine et manufacture)	Indirect	47 %
Affaires (Restaurant, usine et manufacture)	Direct	- 2 %
Affaires (12 logements et plus)	Indirect	50 %

La conversion d'un make-up air à énergie concurrente par un make-up air au gaz naturel à feu indirect requiert un surcoût de 48 % pour le segment de marché Restaurant, usine et manufacture, et de 50 % pour les édifices de 12 logements et plus, comparativement au remplacement d'un make-up air à énergie concurrente. Le surcoût moyen était de 96 % pour les deux segments de marché avec le *Modèle original*.

Concernant la conversion d'un make-up air à énergie concurrente par un make-up air au gaz naturel à feu direct, son coût est inférieur de 2 % environ, comparativement au remplacement d'un make-up air à énergie concurrente. Le coût de conversion présentait un surcoût moyen de 25 % avec le *Modèle original*.

### 3.3 Conclusion

Les informations fournies par les distributeurs d'appareils ont permis d'actualiser les données disponibles. Ces données ont été utilisées pour établir les nouvelles régressions servant à estimer les coûts des make-up air à énergie concurrente et au gaz naturel.

En moyenne, pour des volumes de consommation compris entre 6 000 m<sup>3</sup> et 30 000 m<sup>3</sup>, la mise à jour du *Modèle original* réduit l'écart entre le coût total d'un make-up air au gaz naturel et le coût total d'un make-up air à énergie concurrente, de même que le surcoût de conversion des appareils à énergie concurrente par des appareils au gaz naturel, observés sur le marché. En ajout à cela, la puissance d'entrée en fonction de l'appareil installé a été ajustée, afin de comparer les appareils entre eux, sur la base des volumes de consommation.

Cette diminution s'explique par l'actualisation des coûts d'acquisition des make-up air, pour lesquels l'écart entre les résultats du *Modèle original* et du modèle ajusté est de plus de 60 % pour les appareils à énergie concurrente, de 13 % pour les appareils au gaz naturel à feu indirect et de près de 14 % pour les appareils au gaz naturel à feu direct.

## 4 CHAUFFE-EAU

Énergir désire faire l'analyse des écarts moyens de coûts entre l'acquisition et l'installation de chauffe-eau alimentés au gaz naturel et leurs équivalents fonctionnant à avec une énergie concurrente pour le marché affaires. Cette analyse permettra à Énergir de procéder à la mise à jour de la grille d'aide financière n°6 établie pour ces appareils.

Un des facteurs économiques importants spécifiés par les clients et les distributeurs d'appareils est le coût d'acquisition et d'installation des appareils, et plus spécifiquement le surcoût. Le surcoût représente le différentiel entre le coût d'un appareil utilisant le gaz naturel comparativement à un même appareil utilisant une énergie concurrente.

Les coûts d'acquisition et les coûts d'installation des chauffe-eau ont été évalués, pour vérifier qu'ils soient représentatifs de la réalité du marché.

### 4.1 Méthodologie

L'appareil utilisé pour réaliser cette étude de coûts a été le chauffe-eau à accumulation affichant une efficacité standard. L'étude a porté sur la conversion d'un chauffe-eau à énergie concurrente par un chauffe-eau au gaz naturel dans le marché affaires.

Une méthodologie, en cinq étapes, a été utilisée pour la réalisation de l'analyse comparative des écarts moyens de coûts. Cette méthodologie est identique à celle qui avait été développée pour les autres appareils. Elle se présente comme suit :

- › Énumération des différentes tâches associées aux types de vente (section 4.1.1)
- › Regroupement de certains segments de marché (section 4.1.2)
- › Collecte de l'information primaire (section 4.1.3)
- › Modélisation et régressions (section 4.2)
- › Calcul des surcoûts par palier de consommation (section 4.3)
- › Validation et correction des coûts (section 4.4)

#### 4.1.1 Énumération des différentes tâches associées aux types de vente

La première étape a consisté, pour chacun des scénarios, à énumérer les différentes tâches associées aux types de vente. À titre d'exemple, la conversion d'un chauffe-eau à une énergie concurrente par un chauffe-eau au gaz naturel à accumulation implique les tâches suivantes : démanteler l'appareil existant, s'en départir, acheter le nouvel appareil, amener le nouvel appareil aux portes du bâtiment, le livrer à la salle mécanique, installer une nouvelle tuyauterie de gaz naturel, installer un nouveau conduit d'évacuation et mettre en marche le nouvel appareil.

Ainsi, pour chaque scénario, les différentes étapes des types de vente ont été minutieusement énumérées avec, comme objectif, d'y associer ultimement un coût. Quoique certaines des tâches soient

communes à tous les segments de marchés, types de ventes et appareils, le coût leur étant associé diffère selon les scénarios. Par exemple, tous les scénarios comprennent la tâche « acquisition du nouvel appareil », mais le coût spécifique de cette tâche dépendra du type d'appareil et de sa capacité.

Le Tableau 7 présente les types de tâches considérées pour l'analyse des coûts et les types de vente auxquelles elles s'appliquent. Comme il a été spécifié dans le paragraphe précédent, une tâche qui est commune à plusieurs types de ventes ne sera pas associée nécessairement au même coût. La méthode utilisée pour associer les coûts aux différentes tâches est décrite à la section 4.1.3.

**Tableau 7 : Tâches considérées en conversion**

Type de tâches
<b>Acquisition du nouvel appareil</b>
<p><b>Achat du nouvel appareil</b> Le coût d'achat de l'appareil, incluant les frais généraux et profits</p>
<p><b>Acheminement du nouvel appareil à son point d'installation</b> Le nouvel appareil doit être amené à l'endroit où il sera installé (salle mécanique, pièce, corridor, toit, etc.). L'appareil est normalement déplacé à l'aide d'outils, tels que des patins ou palans et des machines, telles qu'un chariot-élévateur ou une grue.</p>
<b>Disposition de l'appareil existant et démantèlement des installations</b>
<p><b>Démantèlement de l'appareil existant</b> Il inclut la mise à l'arrêt de l'appareil existant, la vidange de l'appareil (s'il y a lieu : eau ou huile), le débranchement (s'il y a lieu : tuyauterie, ventilation, filage), le démontage de l'appareil (préparation de l'appareil pour être déplacé à l'extérieur).</p>
<p><b>Confinement de la tuyauterie de gaz naturel (le cas échéant)</b> Lorsqu'un appareil au gaz est condamné et qu'un nouvel appareil fonctionnant avec une autre énergie est installé, il faut prévoir de condamner les conduites de gaz existantes à l'endroit où l'appareil existant se trouvait au départ. La tuyauterie existante est étanchéifiée avec des soupapes d'isolation fermées pour éviter des fuites.</p>
<p><b>Confinement du conduit d'évacuation</b> Lorsqu'un appareil alimenté par une source combustible est condamné et qu'on le remplace par un appareil à une énergie concurrente, il faut condamner les conduits d'évacuation existants. Le conduit est laissé sur place, mais un bouchon isolé permet d'éviter des infiltrations d'air.</p>
<p><b>Déplacement de l'appareil existant aux portes du bâtiment</b> L'appareil existant doit être déplacé de l'endroit où il se trouvait au départ (salle mécanique, pièce, corridor, toit) vers l'endroit où il serait pris pour l'acheminer hors du site. Le déplacement des appareils se réalise à l'aide d'outils, tels que des patins ou palans et des machines, telles qu'un chariot-élévateur ou une grue.</p>
<p><b>Installation du nouvel appareil</b> Mise en place de l'appareil, montage et assemblage de l'appareil, raccordement de l'appareil (tuyaux, filages, conduits - considérant que ceux-ci ont déjà été installés et sont prêts à être raccordés).</p>
<p><b>Nouvelles conduites de gaz naturel (le cas échéant)</b></p>

Type de tâches
Des tuyauteries principales et secondaires d'un diamètre approprié sont nécessaires pour le fonctionnement des nouveaux appareils au gaz. Les tuyauteries incluent les raccords, soupapes et régulateurs de pression.
<b>Nouveau conduit d'évacuation</b> Un nouveau conduit d'évacuation formé de conduites horizontales et verticales, d'un diamètre approprié, est nécessaire pour les nouveaux appareils fonctionnant au gaz naturel. Un évacuateur mécanique est inclus dans les coûts pour certains appareils.
<b>Nouveau filage - appareils à énergie concurrente seulement</b> Il faut considérer l'installation d'un nouveau filage d'un calibre approprié pour acheminer du courant aux nouveaux appareils à énergie concurrente.
<b>Nouveaux disjoncteur et interrupteur de sécurité</b> Il est nécessaire d'installer un nouveau disjoncteur dans le panneau d'alimentation principal et un interrupteur de sécurité près du nouvel appareil à une énergie concurrente pour couper l'alimentation électrique à l'appareil.
<b>Mise en service du nouvel appareil</b> Mise en marche et vérification de l'installation

Étant donné que cette étude vise à comparer les coûts de différents scénarios entre eux, les tâches, dont les coûts sont considérés comme similaires, parmi les scénarios devant être comparés entre eux, ont été exclues de l'analyse, (par exemple : nouveau réseau d'eau chaude). D'autres tâches ont également été exclues de l'analyse comparative, soit parce qu'elles ne sont pas directement liées au type de vente (par exemple : balancement du réseau hydraulique), soit parce que la variation de coûts ne dépend pas directement du type de vente (par exemple : frais de livraison du distributeur à l'immeuble où l'appareil est installé).

#### 4.1.2 Regroupement de certains segments de marché

Une fois que les tâches associées aux différents types de vente ont été énumérées, une analyse des principales caractéristiques des différents segments de marché à l'étude a été effectuée. L'objectif d'une telle démarche était double : déterminer les variables ayant une incidence sur les coûts et évaluer la possibilité de regrouper certains segments de marchés à l'étude.

À titre d'exemple, les tâches associées à l'installation d'un chauffe-eau dans un commerce sont similaires à celles requises pour l'installation du même appareil dans un garage ou un entrepôt.

Des hypothèses ont été posées pour les principales caractéristiques des segments de marché ayant un possible impact sur le coût des différents types de vente. Les hypothèses en lien avec les caractéristiques des segments de marché « affaires » sont présentées au Tableau 8.

**Tableau 8 : Caractéristiques des segments de marché « affaires »**

Type d'immeuble	Localisation salle mécanique
Commerce de détail	RDC facilement accessible
École et religieux	Sous-sol facilement accessible
Édifice de bureaux	RDC facilement accessible
Garage et entrepôt	RDC facilement accessible
Restaurant	RDC facilement accessible
4 à 11 logements	Sous-sol facilement accessible

Les commerces de détail, les restaurants, les édifices à bureaux, les garages et les entrepôts ont été regroupés d'une part et les immeubles de 4 à 11 logements, les écoles et les édifices religieux d'autre part. Les regroupements ont été réalisés principalement sur la base de la localisation de la salle mécanique dans le bâtiment, ce qui a eu comme résultat de diminuer sensiblement le nombre de scénarios à l'étude. Le regroupement des segments de marché s'est aussi fait sur la base du type d'appareil (chauffe-eau au gaz naturel ou chauffe-eau à énergie concurrente). Les équations mathématiques ont ensuite été développées pour chacune des combinaisons d'appareils et des types de vente étudiés. La section 4.2 détaille le développement des équations.

### 4.1.3 Collecte de l'information primaire

Le travail a consisté à développer une série d'équations mathématiques, une pour chaque type de tâches, corrélant le coût à une puissance d'entrée de l'appareil donnée. Ces équations mathématiques ont été obtenues en définissant une régression linéaire ou polynomiale d'ordre deux, à partir de données obtenues principalement auprès des sources d'information suivantes :

- › les distributeurs d'équipements pour les coûts des appareils
- › l'outil d'évaluation des coûts de construction (RSMeans)<sup>7</sup>

Les sections suivantes présentent les méthodes et sources d'information utilisées afin de faire la cueillette des données primaires nécessaires à la modélisation. Ces méthodes et sources d'information sont présentées selon qu'elles aient servi à définir les coûts d'acquisition des appareils, les coûts directs d'installation ou les coûts indirects d'installation.

#### Coût d'acquisition des appareils

Pour les coûts d'appareils, plusieurs distributeurs d'appareils au gaz naturel et à énergie concurrente ont été sollicités. Une liste de distributeurs à solliciter a été établie afin de s'assurer de couvrir un large éventail de capacités d'appareils et de modèles. Ces distributeurs ont été contactés afin qu'ils fournissent le prix moyen facturé aux entrepreneurs pour chacun des appareils à l'étude.

Les frais généraux et les profits pour l'entrepreneur ont été évalués à 15 %<sup>8</sup>. Ce taux a été directement appliqué aux prix facturés à l'entrepreneur afin d'établir le coût d'acquisition des appareils.

#### Coûts directs d'installation

Les coûts directs d'installation réfèrent principalement aux coûts de la main-d'œuvre nécessaire pour raccorder l'appareil une fois que celui-ci est amené à l'endroit où il doit être installé. Les coûts indirects d'installation (livraison de l'appareil, démantèlement, mise en marche, etc.) ont été déterminés différemment et sont présentés plus loin.

Les coûts directs d'installation d'un appareil tiennent donc compte du temps requis pour procéder aux raccordements et aux coûts de la main-d'œuvre. Ces données ont été recueillies, auprès de l'estimateur de coûts RSMeans. Dans RSMeans, les données d'installation pour les chauffe-eau sont fournies selon le volume de réservoir. Une relation a été établie afin de lier une valeur de puissance à chaque valeur de galonnage de RSMeans. Cette relation a été effectuée à partir des données de puissance et de galonnage des modèles d'appareil utilisés pour bâtir la corrélation du coût des appareils. Ces coûts ont

---

<sup>7</sup> RSMeans est un outil de référence, développé par REED Construction Data, permettant l'estimation des coûts de construction. Cet outil est largement utilisé dans l'industrie nord-américaine.

<sup>8</sup> Les validations effectuées auprès d'entrepreneurs ont permis de confirmer que la valeur de 15 % est représentative de la réalité du marché.

été actualisés, selon un taux d'inflation basé sur les indices des prix de la construction de bâtiments non résidentiels pour la région de Montréal.

Pour chaque type et puissance d'entrée des chauffe-eau, le temps d'installation a été jumelé au coût brut horaire de l'équipe de travail nécessaire pour l'installation. Une équipe de travail est composée des ouvriers nécessaires à la réalisation du travail (par exemple, plombiers, électriciens et apprentis). Le Tableau 9 résume la composition des équipes et les plages d'application des régressions permettant le calcul des coûts directs d'installation pour les différents types de chauffe-eau étudiés.

**Tableau 9 : Plage d'application des régressions du calcul des coûts directs d'installation**

Appareil	Segments de marché	Équipe de travail	Plage d'application (kBTU/h)
Chauffe-eau à accumulation, à énergie concurrente	Commerce de détail Restaurant Édifice à bureaux Garage et entrepôt Condo 3-4 étages, 5-6+ étages 4 à 11 logements, école et religieux	1 plombier + 1 plombier (apprenti)	< 819
Chauffe-eau à accumulation, gaz naturel – standard	Commerce de détail Restaurant Édifice à bureaux Garage et entrepôt Condo 3-4 étages, 5-6+ étages 4 à 11 logements, école et religieux	1 plombier + 1 plombier (apprenti)	< 725

Selon le type d'appareil, et parfois même selon la puissance d'entrée de l'appareil, la composition de cette équipe peut varier. Ainsi, un taux horaire a été appliqué à chacune des différentes équipes, en fonction de leur composition. Les coûts horaires des équipes de travail sont ceux applicables aux travailleurs syndiqués. Ces coûts ont été majorés de 45 % pour tenir compte des frais généraux et de 15 % pour tenir compte du profit.

### Coûts indirects d'installation

Les coûts indirects d'installation réfèrent principalement à l'acquisition et l'installation des équipements connexes et de toute autre tâche nécessaire à l'installation. À titre d'exemple, ces tâches incluent l'installation d'un nouveau filage électrique pour les nouveaux chauffe-eau à une énergie concurrente et la mise en service des appareils.

Certains de ces autres coûts ont été considérés comme fixes sur la plage complète de capacité des chauffe-eau. C'est notamment le cas pour la tâche qui consiste à livrer le nouvel appareil à la salle mécanique.

Pour d'autres tâches, comme l'installation d'une nouvelle tuyauterie de gaz naturel, la capacité de l'appareil n'a pas de lien direct avec le coût y étant associé, mais a néanmoins une incidence sur celui-ci. En effet, la puissance d'entrée de l'appareil aura une incidence sur le diamètre de la tuyauterie de gaz naturel, mais d'autres facteurs entrent aussi en jeu, comme la pression nécessaire, la distance à parcourir et la configuration du bâtiment. Ainsi, pour ce type de tâche, un certain travail de conception a été nécessaire. Les coûts de matériel et de main-d'œuvre rattachés à cette conception ont ensuite été déterminés afin de permettre d'associer un coût à une capacité donnée. En effectuant la même démarche pour plusieurs capacités d'appareils, cela permet d'obtenir un ensemble de points permettant ensuite la définition d'une équation mathématique liant le coût à une capacité.

La principale source ayant permis de déterminer ces coûts est l'estimateur de coûts RSMeans.

## 4.2 Modélisation et régressions

Le travail a consisté à développer une série d'équations mathématiques, une pour chaque type de tâches composant un type de vente, corrélant le coût à une puissance d'entrée de l'appareil donnée.

Ainsi, chacune des tâches énumérées précédemment et constituant un type de vente spécifique a été modélisée à l'aide de six coefficients de régression. Les trois premiers ( $a_i$ ) permettent de paramétrer l'équation polynomiale d'ordre deux, décrivant le comportement du coût en fonction de la capacité d'un appareil. Les trois derniers ( $b_i$ ) permettent de paramétrer le coût en fonction de la capacité totale installée, dans le cas où plusieurs appareils seraient installés.

$$y = a_1x^2 + a_2x + a_3 + b_1X^2 + b_2X + b_3$$

Où :

$y$  = coût de l'étape modélisée (démantèlement, appareil, livraison, mise en marche, exprimé en \$)

$x$  = puissance d'entrée de l'appareil (kBTU/h)

$X$  = puissance d'entrée de tous les appareils modélisés (kBTU/h)

Une fois que chaque tâche constituant un type de vente spécifique a été modélisée, l'équation « maîtresse » décrivant le type de vente a été obtenue, en faisant la somme de ces équations. Cette équation « maîtresse » donne la forme suivante :

$$Y = N \times (a_1x^2 + a_2x + a_3) + b_1X^2 + b_2X + b_3$$

Où :

$Y$  = coût du type de vente, c'est-à-dire la somme de toutes les étapes (conversion, exprimé en \$)

$N$  = nombre d'appareils de même capacité que l'on désire modéliser

$x$  = puissance d'entrée d'un appareil (kBTU/h)

$X = Nx$  = puissance d'entrée de tous les appareils modélisés (kBTU/h)

Pour chaque scénario, les capacités minimales et maximales balisant la validité des équations mathématiques ont été fournies de manière à ce que ces équations ne soient utilisées que dans leur plage de validité. Ces équations ont permis de modéliser les différents types de vente, de comparer différents scénarios entre eux et d'évaluer les surcoûts.

Les sections 4.2.1, 4.2.2 et 4.2.3 détaillent certains points d'intérêt respectivement en relation avec le travail de régression fait pour déterminer les coûts des appareils, les coûts directs d'installation et les coûts indirects d'installation.

#### **4.2.1 Régressions : coût des appareils**

Les coûts obtenus ont permis de construire les régressions pour corrélérer la puissance et le coût des appareils. Dans tous les cas, c'est la puissance d'entrée qui est utilisée comme variable indépendante.

Puisque le coût d'un appareil dépend que de sa puissance d'entrée, et non pas de la puissance de tous les appareils, il n'a été nécessaire que de déterminer les coefficients «  $a_i$  » à l'aide des données fournies par les distributeurs.

Le Tableau 10 présente, pour chaque type d'appareil, la plage de puissance pour lesquelles les corrélations ont été déterminées ainsi que le coefficient de détermination ( $R^2$ ) des régressions.

Le  $R^2$  est un indicateur statistique donnant une appréciation du degré d'association entre deux variables. La valeur du  $R^2$  varie entre 0 (aucune association) et 1 (association parfaite). Donc, plus le  $R^2$  est grand, plus le modèle décrit bien la relation de causalité entre la variable indépendante (dans ce cas-ci la capacité de chauffage de l'appareil) et la variable dépendante (dans ce cas-ci le coût). Il n'y a pas de consensus pour une valeur acceptable, car cela dépend du type de données, du système qu'on tente de modéliser, etc.

**Tableau 10 : Résultats de l'analyse corrélative entre le prix et la puissance d'un appareil**

Appareil	Segment de marché	Plage d'application (kBTU/h)	R <sup>2</sup>
Chauffe-eau à accumulation, énergie concurrente	Commerce de détail Restaurant Édifice à bureaux Garage et entrepôt Condo 3-4 étages, 5-6+ étages 4 à 11 logements, école et religieux	20 – 184	0,41
Chauffe-eau à accumulation, gaz naturel - standard	Commerce de détail Restaurant Édifice à bureaux Garage et entrepôt Condo 3-4 étages, 5-6+ étages 4 à 11 logements, école et religieux	65 – 715	0,65

On peut constater à ce tableau que le résultat de la corrélation (colonne R<sup>2</sup>) atteint 0,65 pour le chauffe-eau à accumulation au gaz naturel, à efficacité standard. Cela signifie que la variation des prix est expliquée en grande partie par la puissance des chauffe-eau. Concernant le chauffe-eau à accumulation à une énergie concurrente la corrélation atteint 0,41. Les points utilisés pour définir l'équation de régression sont plus dispersés, car les données pour ce type d'appareil sont issues d'un distributeur présentant une gamme diversifiée d'appareils. Il est à noter qu'il n'y a pas de consensus quant à une valeur minimale requise pour le coefficient de détermination. Il est utilisé pour juger de la qualité d'une régression linéaire. Qui plus est, son évaluation dépend de plusieurs critères, tels que le type de données utilisées ou le système qui est modélisé. Dans le cadre de la présente étude, l'ensemble des résultats figurant dans le Tableau 10 sont considérés comme étant valides pour l'analyse.

#### 4.2.2 Régressions : coûts directs d'installation

Comme décrits précédemment, les coûts directs d'installation représentent le coût de la main-d'œuvre nécessaire pour raccorder l'appareil une fois que celui-ci est amené à l'endroit où il doit être installé.

Des régressions quadratiques ou linéaires permettent de bien décrire les données obtenues qui lient le temps d'installation à la puissance de l'appareil. En effet, pour l'ensemble des appareils à l'étude, le R<sup>2</sup> des régressions est supérieur à 0,85<sup>9</sup>.

Pour certains des appareils à l'étude, la plage de puissance, pour laquelle des données sur les temps d'installation sont fournies par l'estimateur de coûts RSMeans, est relativement limitée. Dans ces cas, les coûts d'installation des appareils ayant une puissance non compris dans les relations linéaires

<sup>9</sup> Les coefficients de détermination des régressions établies pour les coûts directs et les coûts indirects d'installation ont été calculés pour chacun des appareils étudiés, au sein du chiffrier Excel INFO\_PRIMAIRE.

doivent donc être extrapolés à l'aide de régressions. Tout comme c'est le cas pour le coût d'acquisition des appareils, seuls les coefficients «  $a_i$  » ont été déterminés puisque le coût d'installation d'un appareil dépend que de sa puissance d'entrée, et non pas de la puissance de tous les appareils.

Les plages de validité des régressions ont également été fournies pour guider l'interprétation des résultats. Par contre, il est important de noter que le fait de tenter d'estimer le coût d'installation d'un appareil, dont la capacité n'est pas comprise dans la plage de validité, n'amène pas nécessairement une estimation fautive. Cela signifie simplement que l'estimation de coût relève d'une extrapolation, et non pas d'une interpolation, de données primaires.

### 4.2.3 Régressions : coûts indirects d'installation

Comme décrits précédemment, les coûts indirects d'installation réfèrent principalement à l'acquisition et l'installation des équipements connexes et de toute autre tâche nécessaire à l'installation.

Les coefficients «  $a_i$  » et «  $b_i$  » ont été déterminés à l'aide des données primaires obtenues lors de la collecte d'information, grâce aux mêmes méthodes que celles décrites à la section 4.2.2.

Le coefficient de détermination  $R^2$  est supérieur à 0,98<sup>9</sup> pour l'ensemble des régressions quadratiques ou linéaires développées pour estimer les coûts indirects d'installation. Cela confirme que les régressions décrivent bien le comportement des coûts en fonction de la capacité de chacun des appareils installés et de la capacité totale installée.

## 4.3 Calcul des surcoûts par palier de consommation

Au terme de l'étape de modélisation, une équation mathématique « maîtresse » corrélant la puissance d'entrée de l'appareil installé à un coût exprimé en dollars, et ce, pour chaque scénario, était disponible aux fins de l'analyse comparative du coût des appareils. Il y a lieu de se rappeler qu'un scénario est une combinaison d'appareils, de types de vente et de segments de marché.

Afin de permettre des analyses en fonction de la consommation annuelle de gaz naturel, deux autres relations mathématiques ont été nécessaires.

La première a permis de lier la consommation annuelle de gaz naturel à la puissance de chauffage de l'appareil. Cette relation est décrite par :

$$\text{Puissance de chauffage (BTU/h)} = \text{volume de consommation (m}^3\text{)} \times \frac{35\,910(\text{BTU/m}^3)}{1\,050 \text{ (h)}}$$

La deuxième permet de corriger le volume de consommation afin que différents scénarios puissent être comparés entre eux, sans égard à l'efficacité des appareils.

---

$$\text{Volume de consommation corrigé (m}^3\text{)} = \frac{\text{Volume de consommation (m}^3\text{)}}{\text{Efficacité de l'appareil}}$$

Cette relation permet de comparer les appareils entre eux, sur la base de la puissance de chauffage, et non de la puissance d'entrée de l'appareil. Ainsi, pour une même capacité de chauffage, un appareil à une énergie concurrente nécessitera une puissance d'entrée plus faible que son équivalent au gaz naturel à efficacité standard et, de surcroît, aura une consommation annuelle d'énergie plus faible.

## 4.4 Validation et correction des coûts

Une démarche de validation des coûts a été menée auprès des distributeurs d'appareils (section 4.4.1) et les principales modifications effectuées à la suite des étapes de validation (section 4.4.2).

### 4.4.1 Validation auprès des distributeurs d'appareils

Les hypothèses et coûts primaires ont été examinés afin de déceler les étapes de coûts ayant une incidence importante sur le coût total d'un scénario et pour lesquels une confirmation était nécessaire auprès des distributeurs d'appareils. Ces discussions ont été d'une importance cruciale puisqu'elles ont permis de valider les hypothèses ayant un impact important sur le total des coûts et les résultats obtenus avec des distributeurs d'appareils qui réalisent de telles installations.

Au global, les coûts moyens des différents scénarios qui ont été validés auprès des distributeurs d'appareils étaient représentatifs des coûts moyens observés sur le marché, ce qui permet de conclure que les équations sont cohérentes avec les données du marché.

### 4.4.2 Principales modifications effectuées à la suite des validations

Une démarche de validation avait été entreprise dans le cadre de l'analyse comparative du coût des appareils au gaz naturel et des énergies concurrentes menée en 2013<sup>10</sup>. La validation avait été conduite à l'interne et auprès de plusieurs distributeurs pour s'assurer que les coûts de l'étude reflètent au mieux les coûts du marché observés. Les principales modifications effectuées à la suite des étapes de validation étant applicables aux chauffe-eau, les modifications apportées ont à nouveau été considérées dans le cadre de la présente analyse. Plusieurs coûts ont ainsi été ajustés.

Par exemple, certaines divergences ont été observées en relation avec les taux horaires des ouvriers. Cela était principalement dû au pourcentage de frais généraux initialement appliqué aux coûts de main-d'œuvre tirés de l'estimateur de coûts RSMeans. Pour refléter les coûts de main-d'œuvre du marché, un taux d'environ 45 % pour les frais généraux et un taux d'environ 15 % pour les profits ont été ajoutés aux taux horaires bruts tirés de l'estimateur de coûts RSMeans.

---

<sup>10</sup> Econoler. Analyse comparative du coût des appareils au gaz naturel et des énergies concurrentes. Rapport final. 2014.

Une modification a aussi été apportée au coût des tuyauteries de gaz naturel. Ainsi, les coûts obtenus dans l'estimateur de coûts RSMMeans ont été majorés de 15 % pour correspondre aux coûts du marché.

## 4.5 Résultats – Cas types

Les équations mathématiques « maîtresses », corrélant la puissance d'entrée de l'appareil installé à un coût exprimé en dollars, ont été utilisées afin de réaliser une analyse des surcoûts moyens pour différents types d'appareils, selon le type de vente. Ainsi, chaque calcul de surcoût implique l'utilisation de deux équations « maîtresses ».

Plus spécifiquement, pour chaque type de vente, le calcul de surcoûts a été effectué de la manière suivante :

- › conversion à gaz naturel :  $(\{\text{coût de la conversion d'un appareil à énergie concurrente par un appareil au gaz naturel}\} \text{ moins } \{\text{coût du remplacement de l'appareil existant}\}) / \{\text{coût du remplacement de l'appareil existant}\};$

Le surcoût moyen de conversion d'un chauffe-eau à une énergie concurrente par un chauffe-eau au gaz naturel à accumulation à efficacité standard a été calculé pour les volumes de consommations de 20 000 m<sup>3</sup> et moins. Le surcoût s'élève à 75 %. Ce surcoût est essentiellement attribuable aux nouvelles tuyauteries de gaz et aux conduits d'évacuation requis lors d'une conversion vers un appareil au gaz, qui donne lieu à un coût d'installation trois à quatre fois plus élevé pour un chauffe-eau au gaz naturel par rapport à un chauffe-eau à énergie concurrente.

L'0 présente d'autres exemples de résultats obtenus à l'aide de l'outil. Le type de marché auquel s'applique chaque exemple, le type d'appareil et le type de cas y sont spécifiés. La sixième colonne indique les coûts totaux pour le scénario, incluant un nouvel appareil au gaz, et la septième colonne inclut les investissements totaux pour un chauffe-eau à énergie concurrente de même capacité. Finalement, les surcoûts absolus et relatifs sont donnés dans les dernières colonnes.

## 4.6 Conclusion

Le travail d'analyse et de validation des données a permis de mettre à la disposition d'Énergir une estimation des coûts des différents chauffe-eau. Comme illustré dans l'0, des surcoûts de conversion sont présents pour convertir des appareils à une énergie concurrente par des appareils au gaz naturel pour le marché affaires.

## 5 CHAUDIÈRES

### 5.1 Observation

Dans le cadre de l'estimation des coûts des chaudières, Énergir s'interroge quant à la nécessité de distinguer, dans les grilles d'aide financière établies, les chaudières utilisées en mode chauffage, de celles utilisées en mode procédé.

### 5.2 Résultats

La chaudière est un appareil qui peut être utilisé pour certains procédés. En effet, la fonction première des chaudières est de chauffer un fluide caloporteur qui sera chargé de transporter la chaleur vers un équipement qui doit répondre à un usage énergétique. Dans les cas qui nous concernent, le fluide caloporteur est soit de l'eau ou de la vapeur.

L'eau chaude ou la vapeur peuvent être destinées à plusieurs usages, par exemple : le chauffage des bâtiments ou pour des procédés (génération eau chaude dans une buanderie, fabrication de produits alimentaires, ou stérilisation). La chaudière utilisée pour chauffer l'eau chaude ou produire la vapeur est la même, peu importe l'usage. Ce sont plutôt les appareils qui génèrent la chaleur du fluide caloporteur pour répondre à leurs besoins énergétiques qui se distinguent. Par exemple, un échangeur de chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire.

L'usage des chaudières en mode procédés dépendent donc surtout de la puissance de chauffe requise et du type de fluide caloporteur dont on a besoin pour un usage spécifique. Elles ne dépendent donc pas à proprement dit du type d'usage. Ainsi, le *Modèle Original* d'estimation des coûts peut être utilisé autant pour les chaudières qui servent au chauffage de l'espace que celles utilisées pour les autres applications.

Étant donné que les hypothèses considérées pour l'estimation des coûts d'achat et d'installation sont identiques, que la chaudière étudiée soit utilisée en mode chauffage ou en mode procédés, Econoler juge qu'il n'est pas nécessaire de traiter les chaudières en mode procédé distinctement de celles utilisées en mode chauffage, et recommande d'utiliser la même grille d'aide financière pour ces deux équipements.

## CONCLUSION

L'étude menée par Econoler a permis d'analyser et de comparer les coûts d'acquisition et d'installation pour les équipements à une énergie concurrente et au gaz naturel étudiés au sein de ce mandat, face aux réalités du marché. Ces résultats ont été mis à la disposition d'Énergir en même temps que ce rapport.

La méthode d'évaluation des coûts d'installation des unités de toit sur les condominiums commerciaux actuellement utilisée par Énergir reste identique. Il est ainsi recommandé de les inclure à la grille 2, plutôt que de les traiter séparément dans la grille 5.

Pour les make-up air, les données ont été actualisées et le *Modèle original* utilisé pour estimer les coûts des make-up air à énergie concurrente et au gaz naturel a été mis à jour. Cette mise à jour a conduit à une diminution de l'écart entre le coût total d'un make-up air au gaz naturel et le coût total d'un make-up air à énergie concurrente, de même que le surcoût de conversion des appareils à énergie concurrente par des appareils au gaz naturel, observés sur le marché.

Concernant les chauffe-eau, un travail d'analyse et de validation des données a permis de mettre à la disposition d'Énergir une estimation des coûts des différents chauffe-eau. Comme illustré dans l'Annexe I, des surcoûts de conversion sont présents pour convertir des appareils à une énergie concurrente par des appareils au gaz naturel pour le marché affaires.

Les hypothèses utilisées pour l'estimation des coûts d'achat et d'installation des chaudières utilisées en mode chauffage et en mode procédés ont aussi fait l'objet d'une analyse. Econoler juge qu'il n'est pas nécessaire de traiter les chaudières en mode procédé distinctement de celles utilisées en mode chauffage, et recommande d'utiliser la même grille d'aide financière pour ces deux équipements.

## ANNEXE I - EXEMPLES DE RÉSULTATS POUR LES DIFFÉRENTS CAS TYPES DE MAKE-UP AIR

Tableau 11: Exemples pour les différents cas types de make-up air étudiés

Marché	Type d'appareil	Volume de consommation (m3)	Puissance de chauffage (BTU/h)	Type de vente	Investissement appareil au gaz naturel (\$)	Investissement appareil à énergie concurrente (\$)	Surcoût gaz naturel versus énergie concurrente	
							\$	%
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Indirect	6 000	248 136	Conversion énergie concurrente	26 471	17 521	8 950	51
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Indirect	10 000	413 559	Conversion énergie concurrente	31 351	20 824	10 527	51
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Indirect	30 000	1 240 678	Conversion énergie concurrente	51 159	35 855	15 304	43
Affaires (12 logements et plus)	Indirect	6 000	248 136	Conversion énergie concurrente	27 852	18 391	9 461	51
Affaires (12 logements et plus)	Indirect	10 000	413 559	Conversion énergie concurrente	33 037	21 691	11 346	52
Affaires (12 logements et plus)	Indirect	30 000	1 240 678	Conversion énergie concurrente	53 641	36 711	16 930	46
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Direct	6 000	203 390	Conversion énergie concurrente	18 003	17 521	482	3
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Direct	10 000	338 983	Conversion énergie concurrente	20 637	20 824	- 187	- 1
Affaires (restaurant, usine et manufacture)	Direct	30 000	1 016 949	Conversion énergie concurrente	33 466	35 855	- 2 389	- 7

## ANNEXE II EXEMPLES DE RÉSULTATS POUR LES DIFFÉRENTS CAS TYPES DE CHAUFFE-EAU

Tableau 12 : Exemples pour les différents cas types de chauffe-eau étudiés

Marché	Appareil	Volume de consommation (m3)	Puissance de chauffage (BTU/h)	Type de vente	Investissement appareil au gaz naturel (\$)	Investissement appareil à énergie concurrente (\$)	Surcoût gaz naturel versus énergie concurrente	
							\$	%
Affaires	Chauffe-eau efficacité standard	3 000	102 600	Conversion énergie concurrente	9 278	5 178	4 100	79
Affaires	Chauffe-eau efficacité standard	5 000	171 000	Conversion énergie concurrente	14 583	9 423	5 160	55
Affaires	Chauffe-eau efficacité standard	10 000	342 000	Conversion énergie concurrente	26 113	14 355	11 758	82



**ECONOLER**