

**SUIVI SUR LES CAUSES DE LA CONSOMMATION
EN 2^E TRANCHE D'ÉNERGIE AU TARIF DN**

TABLE DES MATIÈRES

1. CONTEXTE DU SUIVI	5
2. PORTRAIT DE LA CLIENTÈLE	5
3. CONSOMMATION DES CHAMBRES MÉCANIQUES DES BÂTIMENTS	6
3.1. Objectif de l'étude.....	6
3.2. Méthodologie.....	6
3.3. Résultats et constats	6
4. RELATION ENTRE LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ ET LE NOMBRE DE PERSONNES DU MÉNAGE	8
5. AUDITS ÉNERGÉTIQUES AU NUNAVIK.....	8
5.1. Objectif de l'analyse	9
5.2. Méthodologie.....	9
5.3. Portrait des habitations auditées	10
5.4. Principaux résultats	10
5.4.1. <i>Chauffage</i>	10
5.4.2. <i>Chambres mécaniques</i>	11
5.4.3. <i>Électroménagers et autres appareils électriques</i>	11
5.4.4. <i>État général, étanchéité à l'air et isolation des habitations</i>	11
5.5. Constats relatifs à la consommation électrique.....	12
5.5.1. <i>Répartition de la consommation électrique par catégories d'usages</i>	12
5.5.2. <i>Écarts entre les consommations réelles et simulées</i>	12
6. CONCLUSION	13

ANNEXE A : RAPPORT SYNTHÈSE DES AUDITS ÉNERGÉTIQUES (RÉSIDENTIELS) AU NUNAVIK

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition de la consommation en 2 ^e tranche au tarif DN et moyenne du nombre de personnes par ménage	8
Tableau 2 : Distribution des audits énergétiques par phase et par village.....	9

1. CONTEXTE DU SUIVI

1 Le présent document vise à répondre aux demandes de la Régie de l'énergie (la « Régie »)
2 qui, dans sa décision D-2019-027¹, indique qu'il est important d'avoir un portrait plus précis de
3 la consommation d'énergie au nord du 53^e parallèle et d'approfondir les causes possibles de
4 la consommation en 2^e tranche d'énergie afin de statuer sur le niveau du seuil de la 1^{re} tranche
5 du tarif domestique applicable au nord du 53^e parallèle (tarif DN).

6 Actuellement, le seuil applicable aux clients au tarif DN est de 30 kWh alors qu'il est passé de
7 30 kWh à 40 kWh pour les tarifs domestiques D et DM.

8 Dans les prochaines sections, le Distributeur présente d'abord un portrait sommaire de la
9 clientèle domestique au nord du 53^e parallèle (section 2), puis les résultats de l'analyse
10 empirique visant à évaluer la consommation électrique des appareils de chauffage des locaux
11 et de l'eau présents dans les chambres mécaniques (section 3), une analyse de la relation
12 entre la consommation d'électricité et le nombre de personnes du ménage (section 4) et
13 finalement les constats découlant des audits effectués par la firme externe Legault-Dubois
14 dans 78 habitations résidentielles au Nunavik (section 5).

15 Les commentaires et échanges d'informations avec la société Makivik (« Makivik »),
16 l'Administration régionale Kativik (l'« ARK ») et l'Office municipal d'Habitation Kativik
17 (l'« OMHK ») ont contribué à bonifier les analyses.

2. PORTRAIT DE LA CLIENTÈLE

18 Au 31 décembre 2018, le Distributeur dénombrait 6 234 abonnements au tarif DN. De ce
19 nombre, 333 étaient des abonnements souscrits par des propriétaires privés vivant dans des
20 maisons unifamiliales. Les autres abonnements, lesquels représentent une proportion de
21 95 %, étaient reliés à des logements au nord du 53^e parallèle gérés par l'OMHK qui paie la
22 facture d'électricité pour ensuite l'inclure au loyer de ses locataires. Au tarif DN actuel, dont le
23 seuil de la 1^{re} tranche est fixé à 30 kWh/jour, 72 % des abonnements ne sont jamais facturés
24 au prix de la 2^e tranche. La consommation d'électricité facturée au tarif DN en vigueur au
25 1^{er} avril 2019 génère des revenus annuels de l'ordre de 4,8 M\$.

26 Une augmentation du seuil de la 1^{re} tranche de 10 kWh/jour ferait passer la proportion des
27 kWh facturés au prix de la 1^{re} tranche de 90 % à 95 % et aurait comme impact de diminuer les
28 revenus annuels du Distributeur d'environ 0,8 M\$.

¹ Décision D-2019-027, paragraphes 682 et suivants.

3. CONSOMMATION DES CHAMBRES MÉCANIQUES DES BÂTIMENTS

3.1. Objectif de l'étude

1 L'étude réalisée avait pour but de dresser un portrait et d'analyser la consommation
2 d'électricité réelle des chambres mécaniques au nord du 53^e parallèle afin de déterminer si
3 elle contribue à la consommation en 2^e tranche d'énergie au tarif DN. L'analyse a permis
4 également de quantifier l'impact des conditions climatiques sur la consommation des
5 chambres mécaniques.

3.2. Méthodologie

6 Le Distributeur a concentré son étude sur les chambres mécaniques des quatre villages les
7 plus peuplés du Nunavik, soit Inukjuak, Kuujuaq, Kuujuarapik et Salluit. La Société
8 d'Habitation du Québec (SHQ) et l'OMHK ont collaboré à l'étude pour s'assurer que les
9 abonnements retenus dans l'analyse étaient bien associés à des chambres mécaniques.

10 Le Distributeur a analysé la consommation des chambres mécaniques des bâtiments
11 multilogements de l'OMHK qui font l'objet d'un mesurage distinct du reste de la consommation
12 de l'habitation. Afin d'évaluer la consommation des chambres mécaniques des maisons
13 unifamiliales disposant d'un seul compteur enregistrant la totalité de la consommation, le
14 Distributeur a adapté les résultats obtenus à partir des bâtiments multilogements aux
15 caractéristiques de celles-ci.

16 Aux fins de son analyse, le Distributeur a utilisé les données de facturation pour la période de
17 2015 à 2018 inclusivement, lesquelles ont été jumelées à des données qualitatives
18 caractérisant les habitations (nombre de chambres, superficie et année de construction). Ces
19 informations ont été fournies par la SHQ et par l'OMHK.

20 Pour assurer la fiabilité des analyses, certains abonnements ont été retirés notamment dans
21 les cas où la consommation moyenne annuelle des chambres mécaniques associées à des
22 bâtiments multilogements était instable d'un hiver à l'autre ou encore, dans les cas d'un profil
23 de consommation atypique. Au total, l'étude a porté sur 613 maisons unifamiliales, dont 81 %
24 appartiennent à l'OMHK et 247 chambres mécaniques, qui sont, quant à elles, toutes gérées
25 par celle-ci.

26 Par ailleurs, à l'automne 2018, Transition énergétique Québec (TEQ) a débuté un projet de
27 sous-mesurage dans 5 maisons jumelées (10 logements) à Quaqtaq où les usages électriques
28 présents dans la chambre mécanique sont mesurés distinctement. Les données, qui portent
29 sur l'hiver 2018-2019, n'étant pas encore disponibles, n'ont pas été incluses à la présente
30 étude.

3.3. Résultats et constats

31 Les chambres mécaniques consomment en moyenne 5,2 kWh/jour par logement en janvier,
32 qui correspond au mois d'hiver le plus froid où la consommation moyenne est la plus élevée.

1 L'analyse permet toutefois de constater que plusieurs facteurs expliquent la variabilité de la
2 consommation des chambres mécaniques. D'une part, le Distributeur constate que la
3 consommation d'électricité des chambres mécaniques des logements construits entre 1985 et
4 1989 est supérieure à celles des logements construits entre 2010 et 2014 (respectivement
5 9,2 et 4,2 kWh/jour par logement en janvier). D'autre part, les chambres mécaniques
6 présentent des écarts de consommation importants selon la superficie du logement desservi.
7 En effet, celles associées à des logements de moins de 1 000 pi² ont une consommation
8 moyenne de 4,5 kWh/jour en janvier alors que celles associées à des logements de superficie
9 supérieure à 1 000 pi² ont une consommation moyenne de 7,9 kWh/jour. Finalement, les
10 analyses montrent que les chambres mécaniques associées aux logements de 2 chambres à
11 coucher ont une consommation moyenne de 4,9 kWh/jour alors qu'elle se situe autour de
12 8 kWh/jour pour les logements de 4 chambres à coucher.

13 Des analyses de sensibilité ont permis de déterminer l'impact de la température sur la
14 consommation des chambres mécaniques en comparant les données de consommation
15 réelles avec les données de consommation normalisées. Entre le nord du 53^e parallèle et le
16 sud du Québec, la température observée en hiver peut différer d'environ 19°C. Les analyses
17 montrent que la température a un impact sur la consommation réelle des chambres
18 mécaniques. Ainsi, une chambre mécanique au nord du 53^e parallèle dont la superficie est
19 supérieure à 1 000 pi², consomme 3,3 kWh/jour de plus qu'une telle chambre au sud du
20 Québec en janvier, à températures normales, tandis que l'écart pour les chambres mécaniques
21 de superficie inférieure à 1 000 pi² est de 2 kWh/jour de plus. Une analyse de sensibilité
22 additionnelle, effectuée en estimant l'impact de la température sur la consommation des
23 chambres mécaniques lors d'un hiver très froid, confirme que les constructions moins récentes
24 (avant 2005) sont plus sensibles à la température que les plus récentes (après 2005).

25 Les informations obtenues de la SHQ permettent de démontrer que les maisons unifamiliales
26 ont une superficie supérieure à celle des logements et qu'elles comportent un plus grand
27 nombre de chambres à coucher (respectivement 3,3 et 2,1 chambres à coucher, en moyenne).
28 Les maisons unifamiliales sont aussi plus vieilles que les bâtiments multilogements.

29 Afin d'analyser la consommation des chambres mécaniques des maisons unifamiliales, qui
30 n'ont pas de compteur distinct pour les chambres mécaniques, des hypothèses ont été
31 utilisées en fonction de la superficie des logements. Les résultats démontrent que la
32 consommation moyenne des chambres mécaniques atteint 7,5 kWh/jour en janvier pour les
33 maisons unifamiliales dont la superficie est supérieure à 1 000 pi² et 4,7 kWh/jour pour les
34 maisons unifamiliales de plus petites superficies. Les superficies des maisons unifamiliales qui
35 appartiennent à des clients privés n'étant pas disponibles, la valeur de 7,5 kWh/jour leur a été
36 attribuée, car les superficies de ces habitations sont plus susceptibles d'être élevées.

37 En utilisant les hypothèses précédentes, il a été possible d'analyser la consommation des
38 maisons unifamiliales en lien avec les chambres mécaniques. Il en ressort que près de 55 %
39 des abonnements ont des consommations en 2^e tranche d'énergie. Cette proportion diminue
40 à 16 % en juillet. En retirant de la consommation totale de l'habitation, celle estimée pour la
41 chambre mécanique, la proportion des abonnements consommant en 2^e tranche diminue à

1 près de 40 %. Les résultats permettent de conclure que la consommation des chambres
2 mécaniques contribue à la consommation en 2^e tranche dans près de 15 % des maisons
3 unifamiliales au nord du 53^e parallèle.

4. RELATION ENTRE LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ ET LE NOMBRE DE PERSONNES DU MÉNAGE

4 Règle générale, le Distributeur ne dispose pas d'informations relatives au nombre de
5 personnes par ménage². Par conséquent, il lui est impossible d'établir de corrélation entre
6 celui-ci et la consommation d'électricité. Or, des données du recensement effectué par l'OMHK
7 en 2018 et fournies au Distributeur lui ont permis d'effectuer une telle analyse.

8 Il ressort des données du recensement de l'OMHK que le nombre de personnes par ménage
9 est d'en moyenne 3,6 alors que, pour l'ensemble du Québec, ce nombre est d'en moyenne
10 2,3 personnes par ménage³. À titre illustratif, le tableau 1 présente le nombre moyen de
11 personnes par ménage selon le niveau de consommation en 2^e tranche au tarif DN.

TABLEAU 1 :
NOMBRE MOYEN DE PERSONNES PAR MÉNAGE SELON
LE NIVEAU DE CONSOMMATION EN 2^E TRANCHE D'ÉNERGIE AU TARIF DN

Consommation en 2^e tranche	Moyenne du nombre de personnes par ménage
0%	3,2
moins de 10%	4,4
Entre 10 et 30%	4,5
30% et plus	4,9
Total	3,6

12 Enfin, sur la base des données du recensement et des données réelles de facturation pour
13 l'année 2018, le Distributeur constate que la consommation d'électricité est positivement
14 corrélée avec le nombre de personnes par ménage. En effet, l'analyse statistique a démontré
15 que la consommation moyenne quotidienne pour une maison unifamiliale augmente de
16 1,3 kWh pour chaque personne additionnelle dans le ménage.

5. AUDITS ÉNERGÉTIQUES AU NUNAVIK

17 À l'automne 2014, le Distributeur a mandaté la firme de consultants Legault-Dubois,
18 spécialisée en inspection et expertise de bâtiment, pour effectuer des audits énergétiques
19 dans 50 habitations situées dans 6 villages du Nunavik pour mieux comprendre leur

² Le nombre de personnes par ménage correspond au nombre d'individus du lieu de consommation associé à l'abonnement qui a été obtenu dans le cadre du recensement de 2018 effectué par l'OMHK.

³ Statistique Canada, données de recensement de 2016.

1 consommation énergétique. À l'automne 2018, le Distributeur a de nouveau mandaté cette
 2 firme pour une 2^e phase d'audits afin d'étendre son étude à 28 habitations additionnelles
 3 réparties dans quatre autres villages, pour un total de 78 audits énergétiques. Le rapport
 4 synthèse est présenté à l'annexe A.

**TABLEAU 2 :
 DISTRIBUTION DES AUDITS ÉNERGÉTIQUES PAR PHASE ET PAR VILLAGE**

Phase	Village	Habitations auditées
1^{re} phase (2014)	Kuujuarapik	7
	Inukjuak	7
	Puvirnituq	7
	Salluit	7
	Kuujuaq	15
	Kangirsuk	7
2^e phase (2018)	Kangiqualujuaq	8
	Kangijsujuaq	7
	Akulivik	8
	Umiujaq	5
Total		78

5.1. Objectif de l'analyse

5 Les constats et recommandations présentés par la firme Legault-Dubois serviront d'intrants à
 6 l'étude de potentiel en efficacité énergétique au Nunavik en préparation. L'étude permettra
 7 d'identifier, de quantifier et de cibler les mesures les plus susceptibles de réduire la
 8 consommation d'électricité dans les différentes communautés au nord du 53^e parallèle.

9 Les audits énergétiques permettent également de préciser les causes de la consommation
 10 facturée au prix de la 2^e tranche d'énergie au tarif DN, à la demande de la Régie.

5.2. Méthodologie

11 Pour chacune des habitations auditées au cours de l'automne 2018, l'évaluation s'est déroulée
 12 dans l'ordre suivant :

- 13 1. Examen visuel de l'habitation afin d'évaluer la condition des composantes extérieures
 14 (ex. fenêtres) et d'identifier les caractéristiques pouvant démontrer les faiblesses
 15 potentielles de l'enveloppe et de la structure du bâtiment ;
- 16 2. Examen visuel de l'intérieur de l'habitation pour évaluer l'état général des espaces, de
 17 l'enveloppe thermique, des systèmes mécaniques (chauffage et ventilation), de la
 18 condition des composantes de la finition intérieure, du système de plomberie et des
 19 équipements électriques. Une attention particulière a été portée à la présence de

- 1 chauffage d'appoint dans les espaces habitables ainsi que dans les chambres
2 mécaniques⁴ ;
- 3 3. Visite de l'entretroit lorsque possible pour évaluer l'état des composantes et de
4 l'isolation ;
- 5 4. Utilisation d'une caméra thermographique pour déterminer la présence de ponts
6 thermiques et la présence d'anomalies dans l'isolation de l'enveloppe ;
- 7 5. Test d'infiltrométrie (dépressurisation du bâtiment) pour évaluer la performance du
8 système pare-air et permettre le repérage manuel des fuites d'air à différents endroits
9 du bâtiment ;
- 10 6. Simulation énergétique à l'aide du logiciel HOT2000 de Ressources naturelles Canada
11 à partir des données recueillies afin de comparer les résultats aux données de
12 consommation réelles d'électricité et de mazout des habitations.

5.3. Portrait des habitations auditées

13 Sur les 78 audits énergétiques réalisés, 72 ont été effectués dans des propriétés locatives de
14 l'OMHK, les 6 autres ayant été effectués dans des habitations privées⁵. Toutes les habitations
15 auditées ont été construites entre 1982 et 2012. Lors de la sélection des habitations pour les
16 audits, l'accent a été mis sur celles consommant en 2^e tranche d'énergie.

17 L'ensemble des habitations de la 2^e phase d'audits ont fait l'objet de rénovations importantes
18 depuis 2009 tandis que c'est le cas de seulement la moitié de celles visitées lors de la
19 1^{re} phase.

5.4. Principaux résultats

20 Les résultats présentés dans cette section concernent principalement la consommation
21 d'électricité. Ceux-ci sont déclinés par types d'analyses effectués lors des visites dans le cadre
22 des deux phases d'audits énergétiques.

5.4.1. Chauffage

23 La totalité des habitations auditées sont chauffées à l'aide d'un système de chauffage central
24 au mazout. Ces systèmes sont soit à l'air pulsé (fournaise), soit à l'eau chaude (chaudière),
25 dans une moindre mesure.

26 Lors des visites, il a été noté que 9 % des habitations disposaient d'un chauffage d'appoint
27 électrique à l'intérieur des espaces habitables et que 3 % avaient un appareil de chauffage
28 d'appoint autre que l'aérotherme normalement installé dans les chambres mécaniques pour
29 assurer une température minimale lors d'un bris majeur du système de chauffage.

⁴ Les consultants emploient le terme « salle mécanique » pour définir les chambres mécaniques.

⁵ De ce nombre, deux sont des maisons unifamiliales appartenant à l'Administration Régionale Kativik (ARK).

5.4.2. **Chambres mécaniques**

1 Les équipements répertoriés dans les chambres mécaniques présentent une homogénéité
2 entre les différentes habitations visitées. Outre les équipements de chauffage des locaux et
3 de l'eau au mazout, les consultants ont dénombré les équipements suivants :

- 4 • Clapet motorisé pour prise d'air de combustion ;
- 5 • Pompe à eau ;
- 6 • Interrupteurs ;
- 7 • Disjoncteurs ;
- 8 • Éclairage.

9 À l'exception de deux chambres mécaniques disposant d'un chauffage d'appoint et d'une
10 habitation dont le ventilateur « in-line » fonctionnait en continu, aucun autre appareil
11 susceptible de consommer beaucoup d'électricité a été dénombré. Par conséquent, rien
12 n'indique qu'il y a un problème en ce qui a trait à l'utilisation non prévue de l'électricité dans
13 les chambres mécaniques auditées.

5.4.3. **Électroménagers et autres appareils électriques**

14 Le décompte des appareils électriques a seulement été effectué dans le cadre de la 2^e phase
15 d'audits. Ce décompte indique que les 28 habitations auditées possèdent toutes un
16 réfrigérateur, une laveuse et une sècheuse.

17 La présence et la quantité des autres appareils susceptibles d'augmenter la consommation
18 électrique des ménages sont très variables d'une habitation à l'autre. Cependant, leur nombre
19 ne semble pas anormalement élevé et la consommation électrique des appareils sur place
20 dépend de la fréquence d'utilisation et du nombre de personnes par ménage.

5.4.4. **État général, étanchéité à l'air et isolation des habitations**

21 De manière générale, les habitations ne présentent pas de problèmes majeurs. Toutefois,
22 certaines anomalies pouvant hausser la consommation énergétique des bâtiments ont été
23 décelées. Ces anomalies affectent toutefois davantage la consommation de mazout que celle
24 d'électricité.

25 Les tests d'infiltrométrie⁶ ont permis d'obtenir une vue d'ensemble du niveau d'étanchéité à
26 l'air du parc d'habitations au Nunavik. Selon les résultats obtenus, 38 % des habitations
27 nécessiteraient des travaux de scellement afin d'obtenir un niveau d'étanchéité à l'air
28 acceptable. Une proportion de 57 % des habitations présente déjà un niveau d'étanchéité à
29 l'air acceptable et seulement 5 % des habitations ont un taux d'étanchéité à haut rendement
30 qui se compare favorablement à la norme R-2000.

⁶ Selon la norme ONGC 149.10 M86.

5.5. Constats relatifs à la consommation électrique

5.5.1. Répartition de la consommation électrique par catégories d'usages

1 La répartition de la consommation électrique par usage a été établie à partir des valeurs
2 moyennes de consommation estimées par le logiciel de modélisation de Ressources
3 naturelles Canada HOT2000. Un pourcentage théorique de la consommation d'électricité est
4 attribué à chaque usage présent dans une habitation selon les caractéristiques de celles-ci.

5 La consommation moyenne d'électricité pour une habitation avec une fournaise au mazout est
6 théoriquement répartie comme suit : appareils électroménagers (46 %), ventilation (16 %),
7 usages extérieurs (13 %), éclairage (10 %) et autres appareils, tels les téléviseurs et les
8 ordinateurs (10 %). Bien que la source du chauffage soit au mazout, une composante
9 électrique y est associée et représente environ 5 % de la consommation totale d'électricité
10 estimée d'une habitation.

5.5.2. Écarts entre les consommations réelles et simulées

11 Des analyses comparatives ont été effectuées en utilisant les données de simulation de
12 consommation d'énergie calculées à partir du logiciel HOT2000 pour chacune des habitations
13 auditées et les données réelles de consommation de celles-ci. Les écarts observés entre la
14 consommation réelle et celle simulée laisse présager que les habitudes de consommation du
15 ménage influencent significativement la consommation énergétique réelle.

16 Les analyses effectuées permettent de constater un écart plus important entre les
17 consommations réelles et simulées lorsque les habitations comportent un plus grand nombre
18 de chambres à coucher. Cette situation a été principalement observée lors de la phase 1 des
19 audits.

20 Quant aux habitations dans lesquelles un chauffage d'appoint électrique a été observé à
21 l'intérieur de l'habitation, la consommation réelle annuelle est en moyenne de 26 % plus élevée
22 que la consommation simulée. Enfin, il appert que la présence d'un chauffage d'appoint
23 temporaire dans la chambre mécanique de deux habitations auditées ne génère pas d'écart
24 important entre la consommation réelle et celle qui est simulée.

25 Considérant les écarts constatés entre les consommations réelles et simulées, le Distributeur
26 est d'avis qu'une attention particulière devrait être portée à l'aspect comportemental entourant
27 la consommation énergétique des habitants au nord du 53^e parallèle. Par conséquent, des
28 efforts additionnels de sensibilisation pourraient être mis en place afin d'encourager la
29 réduction de la consommation énergétique. Cependant, les économies d'énergie
30 envisageables concernent principalement le mazout puisque c'est la source d'énergie qui
31 alimente le chauffage des locaux et de l'eau. Ces considérations seront prises en compte dans
32 le cadre de l'étude de potentiel en efficacité énergétique en préparation et des mesures qui en
33 découleront.

6. CONCLUSION

1 Les études effectuées par le Distributeur permettent de répondre aux demandes de la Régie
2 d'établir un portrait plus précis de la consommation au nord du 53^e parallèle et d'approfondir
3 les causes possibles de la consommation d'énergie en 2^e tranche d'énergie des clients
4 domestiques.

5 Ainsi, parmi les causes possibles de consommation en 2^e tranche figurent la consommation
6 électrique des appareils présents dans les chambres mécaniques, qui est de l'ordre de
7 7,5 kWh/jour pour les maisons unifamiliales. De plus, il ressort que la consommation
8 d'électricité est positivement corrélée au nombre de personnes dans le ménage.

9 Quant aux audits, les résultats permettent de conclure que, de manière générale, l'état des
10 habitations ne présente pas de problème majeur et les améliorations qui pourraient être
11 apportées auraient principalement un impact sur la consommation de mazout.

ANNEXE A :

**RAPPORT SYNTHÈSE DES AUDITS ÉNERGÉTIQUES (RÉSIDENTIELS)
AU NUNAVIK**



Legault-Dubois

INSPECTION ET EXPERTISE DE BÂTIMENT

RAPPORT SYNTHÈSE AUDITS RÉSIDENTIELS AU NUNAVIK

Présenté à :

A l'attention de : Martin Carrier
Hydro-Québec Distribution
Complexe Desjardins, Tour est, 15e étage
Montréal (Québec) H5B 1H7

Service réalisé par :

Legault-Dubois inc
Experts-Conseils en bâtiment
603, Boulevard Taschereau
La Prairie (Québec), J5R 1V5
514-286-0550

Numéro de dossier :

LD007128_020

Émission du rapport :

26 avril 2019

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	4
2. MÉTHODOLOGIE.....	4
3. ANALYSE DES DONNÉES	5
4. RECOMMANDATIONS.....	34
5. CONCLUSION GÉNÉRALES	45
6. AUTHENTIFICATION.....	49

ACRONYMES

CAH50 : Changement d'air à l'heure à 50 Pascal

kWh: Kilowatt heure

OMHK : Office Municipal d'Habitation Kativik

Pa : Pascal (unité de mesure)

SFE : Surface de fuite équivalente

SFN : Surface de fuite normalisée

VRC : Ventilateur à récupération de chaleur

VRE : Ventilateur à récupération d'énergie

1. INTRODUCTION

1.1 Objectif

Legault Dubois a été mandaté à l'automne 2014 par Hydro-Québec pour mieux comprendre la consommation énergétique dans le secteur résidentiel des communautés de la région du Nunavik. Il nous avait été demandé d'établir les causes de la forte consommation d'énergie (mazout et principalement l'électricité) et d'identifier des solutions pouvant être implantées afin d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments dans cette région. Des audits ont été réalisés dans six (6) villages en 2014, soit, Kuujuaq, Kangirsuk, Salluit, Kuujuarapik, Inukjuak et Puvirnituk, et ce, dans le but d'établir l'état et la condition des constructions (éléments visibles), la performance des éléments de l'enveloppe thermique et l'état des systèmes mécaniques. Nous avons été mandatés à nouveau à l'automne 2018 afin de poursuivre ce mandat. Cette fois-ci, des audits ont été réalisés dans quatre (4) communautés supplémentaires, à savoir Kangiqsualujuaq, Kangiqsujaq, Akulivik et Umiujaq. Le présent rapport est donc une synthèse des rapports individuels d'audits découlant de ces deux mandats.

1.1.1. Première phase – Automne 2014

Legault-Dubois a initialement réalisé en 2014 la visite de 50 habitations résidentielles, détachées et semi-détachées, afin de relever les données nécessaires lui permettant d'établir certains constats. Ces visites ont eu lieu entre le 24 novembre et le 9 décembre 2014. Lors de celles-ci, une évaluation visuelle et instrumentée de chaque habitation a été effectuée. Les audits ne comportaient cependant aucune méthode invasive permettant de voir à l'intérieur des murs, des planchers, des plafonds, des conduits mécaniques, des systèmes mécaniques ou tout autre espace inaccessible, caché ou non vérifiable. Les habitations visées provenaient en partie d'une liste proposée par Hydro-Québec. Cependant, pour des raisons d'accessibilité et de logistiques, des inspections ont aussi été réalisées sur des habitations ne faisant pas partie de cette liste.

Il est important de noter que puisque les audits de cette 1ère phase ont été effectués en 2014, il est possible que la situation quant à l'état des bâtiments, l'équipement en place ainsi que les données de consommations énergétiques ne correspondent plus à la situation actuelle.

1.1.2. Deuxième phase – Automne 2018

La deuxième phase d'audits a été réalisée entre le 12 et le 22 novembre 2018. Legault Dubois a réalisé 28 audits dans des habitations résidentielles détachées et semi-détachées. La seconde phase avait le même objectif que la première toutefois, des analyses additionnelles ont été ajoutées. En effet, lors de la première phase, une firme de sondage avait eu le mandat de recueillir de l'information quant au nombre d'habitants et de faire l'inventaire des appareils électriques trouvés sur place (autre que la ventilation et le chauffage principal) Cependant, cette firme n'avait pas couvert à l'aide du sondage chaque maison auditée. Ces informations nous ont été demandées par Hydro-Québec dans le cadre du second mandat. De plus, une attention particulière a été portée aux salles mécaniques. Les données indiquées au présent rapport présenteront conséquemment des différences entre la première et la seconde phase compte tenu de la portée quelque peu différente du deuxième mandat.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 Déroulement des interventions (phase 1 et 2)

L'évaluation sur place pour chaque bâtiment s'est déroulée dans l'ordre suivant :

- Un examen visuel détaillé a d'abord été effectué à l'extérieur de chaque bâtiment. Cette démarche a pour objectif d'évaluer la condition et l'état des composantes extérieures et de noter les caractéristiques qui pourraient démontrer les faiblesses potentielles de l'enveloppe et de la structure du bâtiment.
- Un examen visuel a ensuite été effectué à l'intérieur du bâtiment (espace habitable et salle mécanique). Nous avons relevé l'état général des espaces intérieurs, de l'enveloppe thermique et des systèmes mécaniques (chauffage et ventilation).
- L'état général et la condition des composantes de la finition intérieure, du système de plomberie et des équipements électriques ont été évalués.

- Une attention particulière a été portée à la présence de chauffage d'appoint dans les espaces habitables ainsi que dans la salle mécanique.
- Une visite de l'entretait, lorsqu'accessible, a également permis d'évaluer l'état des composantes et de l'isolation en place.
- Une caméra thermographique a été utilisée avant l'essai de dépressurisation du bâtiment afin de déterminer la présence de ponts thermiques et la présence d'anomalie dans l'isolation de l'enveloppe.
 - L'imagerie infrarouge de la caméra thermographique permet de visualiser les températures de surface. En l'absence de toute pression forcée, les images bleutées aperçues permettent de distinguer les infiltrations d'air et les surfaces refroidies par d'autres formes d'écoulement de la chaleur (conduction, convection ou rayonnement). Il est donc possible de visualiser des problèmes d'isolation et d'infiltrations d'air. Lors de notre inspection visuelle intérieure, nous avons pris des images infrarouges à titre de référence. Nous avons fait le même exercice lors de l'essai d'infiltrométrie, de façon à visualiser le refroidissement de l'enveloppe dû aux infiltrations d'air.
- Par la suite, un essai d'infiltrométrie (dépressurisation du bâtiment) a été effectué afin d'évaluer la performance du système pare-air et a permis le repérage manuel des fuites d'air à différents endroits du bâtiment.
 - L'essai d'infiltrométrie consiste à créer une pressurisation ou une dépressurisation du bâtiment, au moyen d'un ventilateur. Cette différence de pression, de l'ordre de 50 Pa par rapport à l'extérieur, crée une pression d'air sur l'enveloppe du bâtiment équivalente à la pression créée par un vent d'environ 33 km/h. Cette pression permet de repérer les endroits où des fuites d'air peuvent se produire en temps normal.
- La prise d'images infrarouges à l'aide de la caméra thermographique a été effectuée à nouveau, et ce, lors du test d'infiltrométrie afin d'appuyer la méthode manuelle et permettre la visualisation des fuites d'air dans l'enveloppe du bâtiment.

2.1.1 Particularité de la phase 2

- Pour chacune des 28 habitations inspectées, le nombre d'habitants a été noté. Toutefois, il est important de mentionner que l'information provient des occupants et qu'il est possible que ce nombre varie durant l'année.
- Le nombre d'appareils électriques (petit électro, téléviseur, radio, congélateurs, etc.) a été comptabilisé. Seuls les appareils visibles ou accessibles ont été considérés. Le mandat excluait l'inventaire des ampoules électriques et des données concernant le modèle des appareils électriques présents sur place, leur consommation énergétique ou leur désuétude.
- Bien qu'inspectée lors de la première phase, une attention plus particulière a été portée aux équipements de chauffage et de ventilation présents dans la salle mécanique ou tout autre appareils électriques pouvant engendrer une consommation d'électricité élevée.

3. ANALYSE DES DONNÉES

3.1 Caractéristiques de construction

Dans le cadre des deux phases, les soixante-dix-huit (78) habitations visitées avaient été construites entre 1982 et 2012. Lors de la première phase, 22 habitations sur 50 avaient fait l'objet de travaux de rénovation importants dans les années précédant notre visite. Tandis que pour la phase deux, l'ensemble des 28 habitations auditées a fait l'objet de rénovations importantes entre 2009 et 2018.

Nous avons audité 6 types d'habitations, soit des J2.4, des J2.2, des U5, U3, U2 et R3. Certains bâtiments ne faisant pas partie de l'un de ces types ont été identifiés au présent rapport comme « unique ». Les principaux types de bâtiment sont représentés ci-dessous :



J2.4 – Jumelé (4 chambres)



J2.2 – Jumelé (2 chambres)



U5 – Unifamiliale (5 chambres)



U3- (Unifamiliale (3 chambres))



U2 – Unifamiliale (2 chambres)



R3 – Unifamiliale (2 chambres)

Le tableau ci-dessous présente en détail les données relatives au type de bâtiment, à l'année de construction et de rénovation ainsi que le nombre d'occupants par bâtiment audité. Afin de faciliter certaines comparaisons et analyses, les bâtiments ont été classés selon leur type et non par village. Pour des raisons de confidentialité, les numéros indiqués pour chacun des bâtiments constituent un numéro de référence et non l'adresse. Les informations relatives à l'année de construction et celle de la rénovation nous ont été transmises sur place par un représentant de l'Office Municipal d'Habitation Kativik (OMHK).

Le nombre d'occupants par habitation de la première phase d'audits provient des sondages réalisés en 2014. Il est à noter que l'information est à titre indicatif et que les données indiquées au sondage reçu sont partielles. Legault-Dubois n'avait pas le mandat en 2014 de comptabiliser ni de modéliser ces données.

Tableau 1. Type, année de construction/rénovation et nombre d'occupants par bâtiment

Village	# référence	Type	Construction	Rénovation	Nb d'occupants
Kangirsuk	47	J2.4	1981	2010	5
Salluit	52	J2.4	1984	2008	11
Salluit	53	J2.4	1984	2008	8
Puvirnituk	72	J2.4	1985	2013	8
Puvirnituk	73	J2.4	1985	2013	4
Puvirnituk	78	J2.4	1985	2013	3
Kangiqsujuaq	13	J2.4	1986	Oui – année inconnue	8
Akulivik	18	J2.4	1984	Oui – année inconnue	8
Umiujaq	24	J2.4	N/A	2009	10
Umiujaq	25	J2.4	N/A	2011	7
Umiujaq	26	J2.4	N/A	2013	10
Umiujaq	27	J2.4	N/A	2013	5
Umiujaq	28	J2.4	N/A	2009	5
Kuujjuaq	38	J2.2 - 1 étage	2005	Non	N/A
Kuujjuaq	40	J2.2 - 1 étage	2012	Non	N/A
Salluit	54	J2.2 - 1 étage	2002	Non	N/A
Salluit	57	J2.2 - 1 étage	2007	Non	N/A
Salluit	56	J2.2 - 1 étage	N/A	Non	N/A
Inukjuak	69	J2.2 - 1 étage	2010	Non	N/A
Puvirnituk	77	J2.2 - 1 étage	2014	Non	N/A
Kuujjuaq	30	J2.2	1992	Non	N/A
Kangirsuk	45	J2.2	1993	Non	N/A
Kuujjuarapik	61	J2.2	1995	2012	2
Inukjuak	66	J2.2	1991	2012	N/A
Inukjuak	68	J2.2	1991	2012	N/A
Inukjuak	71	J2.2	1991	2012	N/A
Kuujjuaq	34	R3	1984	Oui – année inconnue	N/A
Kuujjuaq	37	R3	1986	Oui – année	4

				inconnue	
Kuujjuaq	43	R3	1984	2010	3
Kuujjuarapik	60	R3	1985	2010	2
Kuujjuarapik	62	R3	1985	2012	2
Kangiqsujuaq	9	R3	1982	Entre 2015 et 2018	4
Kangiqsujuaq	11	R3	1982	Entre 2015 et 2018	6
Akulivik	16	R3	1984	Entre 2015 et 2018	4
Akulivik	19	R3	1984	Entre 2015 et 2018	5
Kuujjuarapik	63	U2	2000	Non	2
Inukjuak	65	U2	2000	Non	N/A
Inukjuak	70	U2	2000	Non	N/A
Kangirsuk	46	U3	1991	Non	3
Puvirnituaq	74	U3	1985	2012	N/A
Puvirnituaq	75	U3	1989	2012	5
Puvirnituaq	76	U3	1991	2012	N/A
Kangiqsualujjuaq	2	U3	1993	2017	4
Kangiqsualujjuaq	6	U3	1990	2014	10
Kangiqsualujjuaq	7	U3	1990	2017	6
Kangiqsujuaq	10	U3	1991	Oui – année inconnue	6
Akulivik	20	U3	1987	Oui – année inconnue	5
Akulivik	21	U3	1987	Oui – année inconnue	5
Akulivik	22	U3	1987	Oui – année inconnue	5
Kuujjuaq	35	U5	1993	Non	N/A
Kuujjuaq	41	U5	1990	Non	N/A
Kuujjuaq	31	U5	N/A	Non	10
Kangirsuk	44	U5	N/A	Non	N/A
Kangirsuk	48	U5	N/A	Non	9
Kangirsuk	49	U5	1991	Non	6
Kangirsuk	50	U5	1993	Non	N/A
Salluit	51	U5	1988	2012	5
Salluit	55	U5	1988	2012	12
Kuujjuarapik	58	U5	1988	Non	9
Kuujjuarapik	59	U5	1988	Non	8
Kuujjuarapik	64	U5	1995	Non	5
Inukjuak	67	U5	1991	2012	N/A

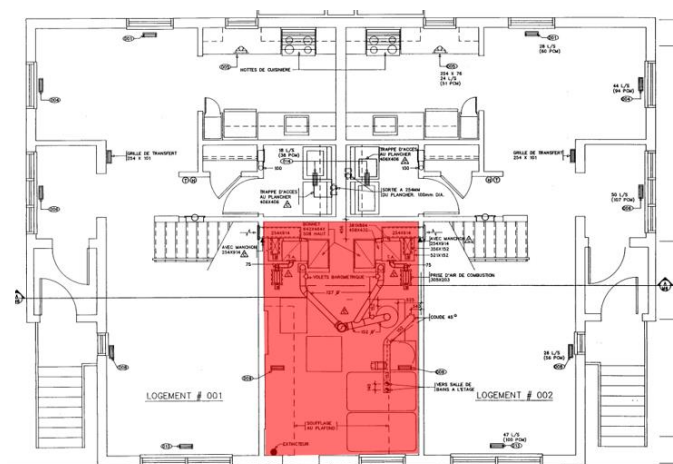
Kangihsualujjuaq	1	U5	1993	2018	6
Kangihsualujjuaq	3	U5	1989	2017	4
Kangihsualujjuaq	4	U5	1989	2017	6
Kangihsualujjuaq	5	U5	1990	2016	7
Kangihsualujjuaq	8	U5	1989	2017	11
Kangihsujuaq	12	U5	1987	2018	4
Kangihsujuaq	14	U5	1987	2018	5
Akulivik	17	U5	1987	Oui – année inconnue	7
Akulivik	23	U5	1987	Oui – année inconnue	5 à 10
Kuujjuaq	32	Unique	N/A	Non	N/A
Kuujjuaq	33	Unique	N/A	Non	3
Kuujjuaq	36	Unique	N/A	Non	N/A
Kuujjuaq	39	Unique	1982	Oui, année inconnue	5
Kuujjuaq	42	Unique	N/A	Non	N/A
Kuujjuaq	29	Unique	N/A	Non	2
Kangihsujuaq	15	Unique	N/A	N/A	2

3.2 Caractéristiques des salles mécaniques

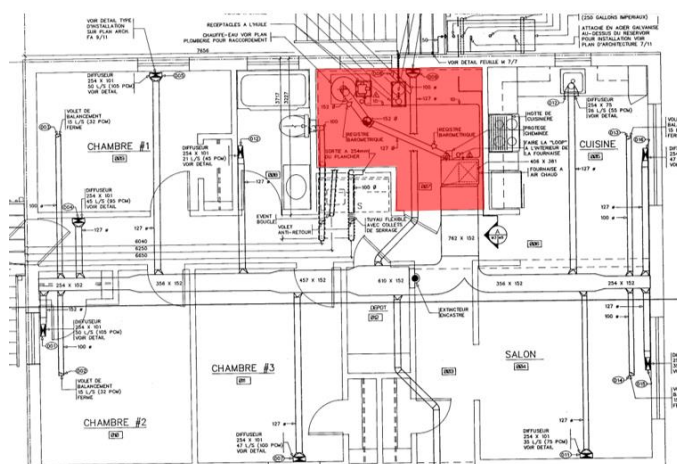
Chaque bâtiment est doté d'une salle mécanique comportant l'équipement de mécanique du bâtiment (chauffage, ventilation, réservoir d'eau, etc.) Pour la plupart des modèles, l'accès à cette salle se fait par l'intérieur de l'habitation, tandis que pour les J2.4 et le J2.2, l'accès est situé à l'extérieur.

Exemples types d'emplacement de salle mécanique dans les habitations.

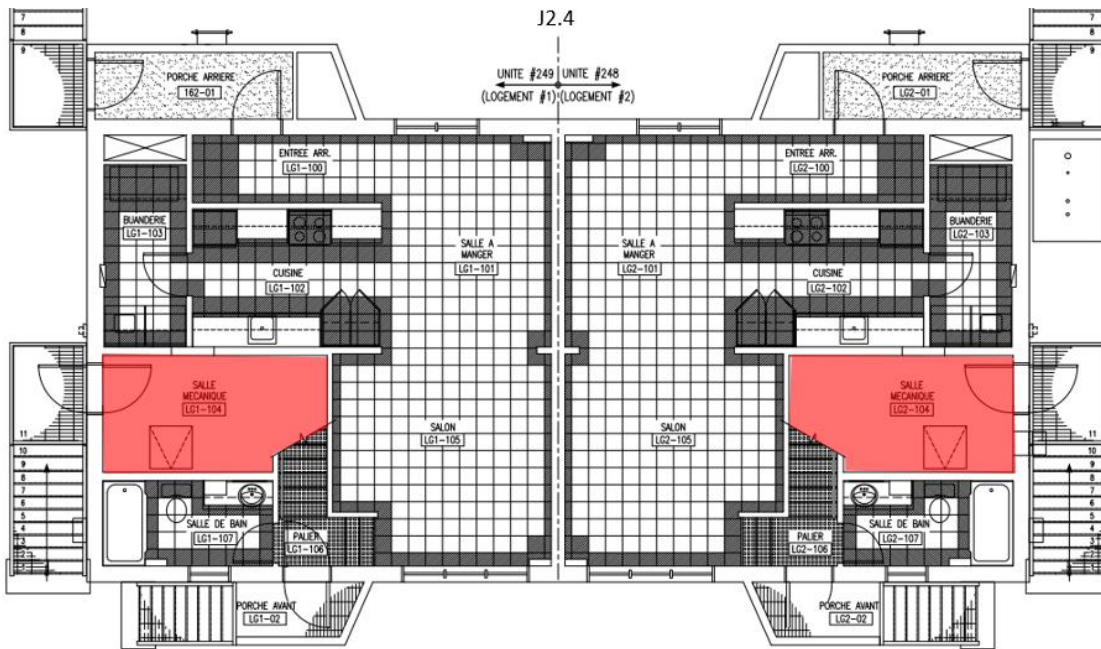
Salle mécanique J2.2 (accès extérieur)



Salle mécanique U3 (accès intérieur)



Salle mécanique J2.4 (accès extérieur)



Exemple de salles mécaniques

Habitation de type J2.2.



Équipement de chauffage type du J2.2. (fournaise et chauffe-eau au mazout, entrée d'air sur la fournaise et entrée d'air de combustion)



Aérotherme électrique

Habitation de type J2.4.



Chaudière au mazout



Fournaise et chauffe-eau au mazout et ventilateur



Ventilateur (en cas de surchauffe de la chambre mécanique)



Aérotherme à l'eau chaude alimenté au mazout



Note : Certaines habitations de type J2.4 ont un VRC à l'intérieur de la salle mécanique et pour d'autres un VRC ou VRE est installé à l'intérieur des espaces habitables (caisson situé au-dessus de l'équipement de buanderie)



Entrée d'air de combustion

Habitation de type U2



Chaudière au mazout



Ventilateur à récupération de chaleur (VRC)

Habitation de type U3



Fournaise au mazout et entrée d'air frais sur la fournaise



Chauffe-eau au mazout

Habitation de type U5



Fournaise au mazout, entrée d'air frais sur la fournaise et entrée d'air de combustion



Chauffe-eau au mazout



Fournaise au mazout



Pompe pour l'eau

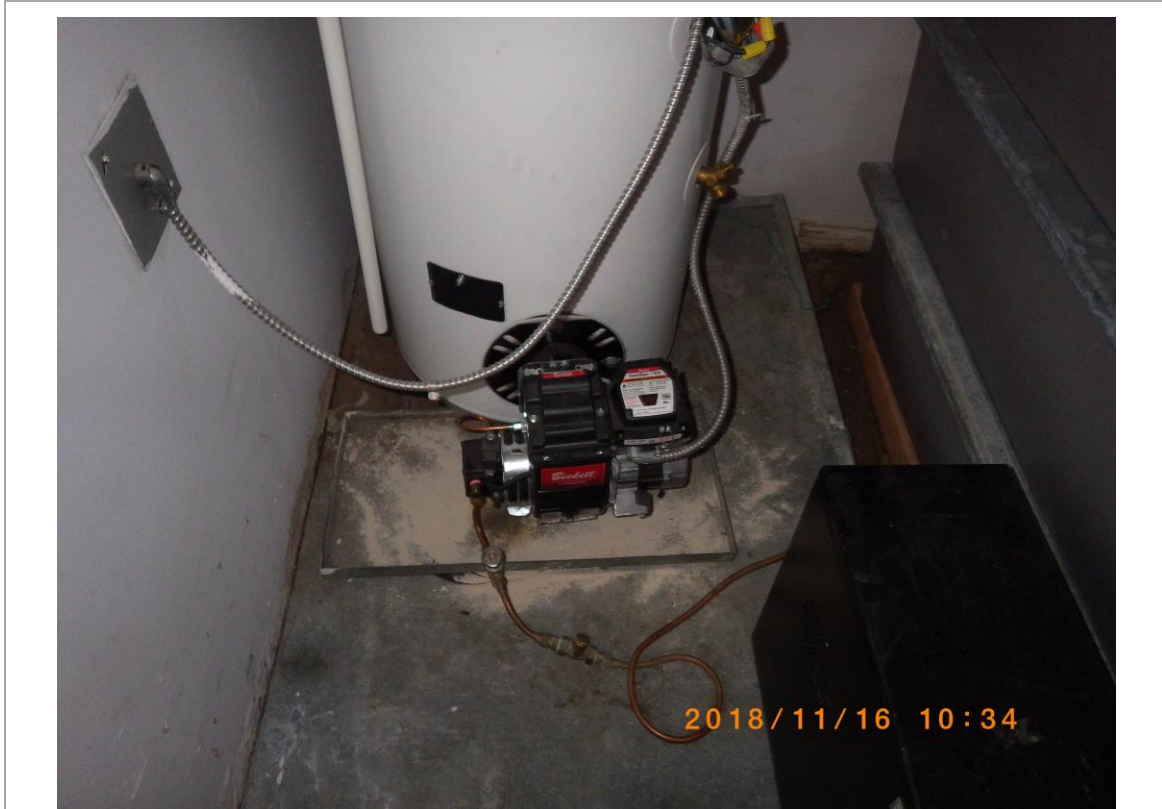
Habitation de type R3



Fournaise au mazout



Fournaise au mazout



Chauffe-eau au mazout

Le tableau ci-dessous fait état des principales composantes des systèmes de chauffage et de ventilation présentes dans les salles mécaniques selon le type d'habitation. Il est à noter que les informations ci-dessous reflètent les principales composantes identifiées au moment de l'inspection, soit à l'automne 2014 et 2018. Il est possible que les habitations de 2014 aient subi des modifications et/ou travaux de rénovation au cours des années.

Tableau 2. Équipement des salles mécaniques par type d'habitation

	Principales composantes des salles mécaniques par type de bâtiment					
	J2.4	J2.2	U5	U3	U2	R3
Porte d'accès	Par l'extérieur	Par l'extérieur	Par l'intérieur	Par l'intérieur	Par l'intérieur	Par l'intérieur
Entrée d'air de combustion	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Entrée d'air par la fournaise	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
Ventilateur à récupération de chaleur (VRC)	Oui*	Non	Non	Non	Oui	Non
Chauffe-eau	Mazout	Mazout	Mazout	Mazout	Mazout	Mazout
Chauffage principal	Chaudière ou fournaise au mazout**	Fournaise au mazout	Fournaise au mazout	Fournaise au mazout	Chaudière au mazout	Fournaise au mazout
Autre système de ventilation	Ventilateur d'extraction « inline » en cas de surchauffe de la salle mécanique***	-	-	-	-	-
Autre système de chauffage	Aérotherme à l'eau chaude au mazout**	Aérotherme électrique	-	-	-	-

*Certains VRE (Ventilateur à récupération d'énergie) ou VRC sont installés à l'intérieur des espaces habitables.

** Rendement d'efficacité d'environ 83% pour les fournaises et 87% pour les chaudières.

*** Relevé dans les habitations de type J2.4 lors de la seconde phase des inspections.

Habitations de type « unique » :

	Principales composantes des salles mécaniques - Modèle unique						
	#32	#33	#36	#39	#42	#29	#28
Porte d'accès	Par l'intérieur	Par l'intérieur	Par l'intérieur	Par l'extérieur	Par l'intérieur	Par l'intérieur	Par l'intérieur

Entrée d'air de combustion	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Entrée d'air sur la fournaise	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non
VRC	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Chauffe-eau	Mazout	Mazout	Mazout	Mazout	Mazout	Mazout	Mazout
Chauffage principal	Fournaise au mazout	Fournaise au mazout	Chaudière au mazout	Fournaise au mazout	Chaudière au mazout	Fournaise au mazout	Fournaise au mazout
Autres systèmes	-	-	Aérotherme à l'eau chaude au mazout			-	

Dans le cadre des 78 évaluations réalisées, nous avons relevé la présence de chauffage d'appoint électrique (autres que les aérothermes des habitations de type J2.2) seulement dans les deux salles mécaniques suivantes :

- #13 – Présence d'un chauffage d'appoint électrique (J2.4)
- #45 – Présence d'un chauffage d'appoint électrique (J2.2)

3.2.1 Autres composantes des salles mécaniques

À l'exception des appareils de chauffage et de ventilation, nous n'avons pas le mandat de faire le relevé de l'ensemble des installations et branchements électriques des salles mécaniques. Toutefois, il est à noter que les habitations inspectées sont munies de clapets motorisés notamment pour la prise d'air de combustion, d'une pompe à eau pour les besoins domestiques et des interrupteurs, panneaux de distribution, disjoncteurs et éclairage (intérieur et extérieur). Des prises de courant sont également présentes. Nous n'avons pas de données précises de consommations électriques reliées à ces dispositifs. Il est à noter que certains de ces dispositifs sont essentiels au fonctionnement de l'habitation et ne sont pas nécessairement utilisés de façon continue (ex : pompe à eau) et/ou consomment peu d'énergie (ex : clapet motorisé).

3.2.2. Informations additionnelles concernant les salles mécaniques

Nous avons relevé dans les habitations de type J2.4 lors de la seconde phase la présence de ventilateur de type « inline » servant à extraire l'air en cas de surchauffe de la salle mécanique. La fréquence d'utilisation n'a pas été déterminée. Toutefois, nous avons relevé dans l'un des bâtiments audités que le ventilateur fonctionnait de façon continue, ce qui engendre une consommation électrique plus élevée. Cette situation semblait être causée par le maintien d'une température de chauffage trop élevée à l'intérieur de la salle mécanique. De plus, certaines habitations de type J2.4 sont équipées de chauffage aérotherme à eau chaude alimenté par le mazout.

Nous avons aussi relevé la présence d'items personnels appartenant aux occupants dans les salles mécaniques. La présence d'occupants n'ayant pas nécessairement les connaissances du fonctionnement de l'équipement en place pourrait entraîner des blessures corporelles ou des bris d'équipement. Il est recommandé de valider avec l'OMHK si les occupants devraient être en mesure d'accéder à la salle mécanique. Notons toutefois que pour les J2.4 et J2.2, la porte située à l'extérieur était majoritairement verrouillée au moment des inspections.

D'ailleurs, nous avons relevé dans certaines salles mécaniques la présence de dépôts (déchets, mégots, etc.) dans les fournaises ce qui cause un risque pour la sécurité des occupants ainsi que pour le bon fonctionnement des appareils au mazout. Certains clapets barométriques de fournaises sont barrés sur place ce qui présente également un problème à l'égard de la sécurité et du bon fonctionnement des appareils.

En ce qui a trait à la consommation d'électricité, à l'exception de deux salles mécaniques, nous n'avons pas relevé d'appareil de chauffage d'appoint électrique ni d'autres appareils pouvant occasionner une consommation élevée d'électricité. Les appareils électriques (gros électro, petits électros, télévision, radios, etc.) se trouvent dans les espaces habitables. De façon générale, rien n'indique qu'il y a une problématique en ce qui a trait à l'utilisation non prévue de l'électricité dans les salles mécaniques visitées.

3.4 Données de consommation

Le tableau ci-dessous indique les consommations de mazout et d'électricité selon les factures qui nous ont été fournies et selon les résultats de la simulation à l'aide du logiciel de Ressources naturelles Canada, HOT2000. Pour les simulations, étant donné que le nombre d'occupants réel était inconnu lors de la première phase, une valeur par défaut de Ressources naturelles Canada a été utilisée, soit 2 adultes et 2 enfants. Les charges de base sont donc calculées en fonction de ce nombre d'occupants. Ainsi, les périodes d'occupations, la température de consigne des locaux, la quantité d'eau utilisée et l'utilisation des appareils électriques ont été calculées de façon normalisée. Par conséquent, les écarts de consommation peuvent être conséquemment plus ou moins élevés.

Pour la deuxième phase, le nombre d'habitants a toutefois été pris en considération dans la modélisation. Les charges de bases sont conséquemment liées au nombre d'occupants qui nous a été indiqué sur place. La consommation reliée à la ventilation mécanique est calculée selon les systèmes en place. Toutefois, pour les habitations munies d'une entrée d'air à même la fournaise, un débit estimé a été modélisé. Le pourcentage indiqué au tableau montre l'écart relevé entre la consommation estimée et la consommation réelle provenant des factures d'électricité et des quantités de mazout livré.

Les consommations électriques pour les bâtiments comportant des compteurs séparés pour les salles mécaniques, notamment les habitations de type J2.4 ont été incluses à la présence synthèse. Compte tenu qu'il s'agit de bâtiment de type jumelé, la consommation relevée à ces compteurs a été séparée également en deux et additionnée à la consommation du compteur principale de l'unité inspectée.

Les lignes rouges dans le tableau délimitent, pour chaque type de bâtiments, les résultats de la première et la deuxième phase d'audits. A noter qu'aucune habitation de type J2.2 et U2 n'a été auditée dans la deuxième phase.

Tableau 3. Consommation énergétique par habitation (simulation et consommation réelle)

Type	# Référence	Cons. en kWh (Simulation)	Cons. en kWh (Factures)	Écart	Cons. en litre (Simulation)	Cons. en litre (Factures)	Écart
J2.4	47	11169	18682	67%	2994	7149	139 %
	52	12014	11804	-2 %	3446	4039	17 %
	53	11917	16348	37 %	2844	3808	34 %
	72	11108	15269	37 %	3476	4348	25 %
	73	11127	14395	29 %	3596	2994	-17 %
	78	11115	7025	-37 %	3300	3928	19 %
	13	11112	21 394	93 %	2831	4710	66 %
	18	11607	15 366	32 %	3228	4532	40 %
	24	11607	13 321	15 %	3545	5107	44 %
	25	11607	19 145	65 %	3178	3 776	19 %
	26	12023	14087	17 %	4070	2957	-27 %
	27	12013	13099	9 %	3675	5240	43 %
	28	11607	19 569	69 %	3142	3 557	13 %
J2.2	38	9576	5 478	-43 %	3400	3366	-1 %
	40	9409	6516	-31 %	2376	2162	-9 %

	54	10860	5544	-49 %	3086	3939	28 %
	57	9441	9737	3 %	2445	2551	4 %
	56	10812	6236	-42 %	2799	2756	-2 %
	69	10795	6 286	-42 %	2668	2181	-18 %
	77*	11038	1560	-86 %	2936	155	-95 %
	30	11370	11 403	0 %	3560	2579	-28 %
	45	10570	9522	-10 %	4001	8903	123 %
	61	10865	3323	-69 %	3095	2531	-18 %
	66	10867	9370	-14 %	3106	2358	-24 %
	68	10886	20 064	84 %	3222	2358	-27 %
71	10943	22 488	106 %	3576	5496	54 %	

*Habitations inspectée en 2014 et aurait été construite en 2014. La consommation ne reflète pas une année complète

R3	34	12052	19199	59 %	2932	1794	-39 %
	37	10853	12435	15 %	3071	1647	-46 %
	43	10862	7388	-32 %	3119	2265	-27 %
	60	10838	14111	30 %	2926	2038	-30 %
	62	10932	7983	-27 %	3503	2972	-15 %
	9	10933	19335	77 %	3501	3982	14 %
	11	11100	13344	20 %	3641	3624	0 %
	16	10627	13096	23 %	3210	2632	-18 %
	19	11100	8767	-21 %	3508	4299	23 %

	# référence	Cons. en kWh (Simulation)	Cons. en kWh (Factures)	Écart	Cons. en litre (Simulation)	Cons. en litre (Factures)	Écart
U2	63	11607	12685	-9 %	2314	2674	16 %
	65	10718	7821	-27 %	2259	1551	-31 %
	70	10718	13009	21 %	2203	2781	26 %

U3	46	10977	10380	-5 %	3823	6651	74 %
	74	10911	9221	-15 %	3473	3599	4 %
	75	10939	14636	34 %	3574	3216	-10 %
	76	11000	9094	-17 %	3946	3786	-4 %
	2	11159	11813	6 %	3707	5098	38 %
	6	11050	12848	16 %	3761	3969	6 %
	7	11078	12274	11 %	3463	2931	-15 %
	10	11161	14159	27 %	4005	4115	3 %
	20	11140	8860	-20 %	3768	3693	-2 %
	21	11163	11024	-1 %	3904	3982	2 %
	22	11130	11705	5 %	3712	4684	26 %

U5	35	11172	12255	10 %	5033	2921	-42 %
	41	9616	28297	194 %	3558	3670	3 %
	31	11 099	5835	-47%	4564	3950	-13%
	44	10416	15029	44 %	5790	N/A	-
	48	11123	20869	88 %	4782	4404	-8 %
	49	10072	14067	40 %	6342	7618	20 %
	50	11359	8632	-24 %	6190	7707	25 %
	51	11101	15654	41 %	4565	4869	7 %
	55	11327	20730	83 %	5919	6157	4 %
	58	11063	13261	20 %	4340	4281	-1 %
	59	11057	13425	21 %	4260	5846	37 %
	64	11252	17513	56 %	5473	5890	8 %
	67	10925	18629	71 %	3465	3661	6 %
	1	11478	15636	36 %	4317	3424	-21 %
	3	11501	11965	4 %	4244	3805	-10 %
	4	11510	12875	12 %	4280	4534	6 %
	5	11495	17880	56 %	4537	5130	13 %
	8	11430	13126	15 %	4467	4216	-6 %
	12	11563	18222	58 %	4601	4857	6 %
	14	11542	23682	105 %	4616	3188	-31 %
17	11077	12217	10 %	4670	4082	-13 %	
23	11501	11965	4 %	4607	6275	36 %	

Unique	32	9225	13206	43 %	3831	2352	-39 %
	33	9659	10399	8 %	6501	4206	-35 %
	36	11854	19815	67 %	6851	7047	3 %
	39	10748	12031	12 %	2637	2660	1 %
	42	11864	17130	44 %	5467	5475	0%
	29	11033	19193	74 %	4178	1876	-55 %
	15	10949	5205	-52 %	3326	N/A	N/A

3.4.1. Répartition d'énergie en mazout

La répartition d'énergie en mazout indique des écarts importants entre la simulation énergétique et les factures de consommation fournies par l'OMHK. Plusieurs simulations ont été réalisées en fonction de la présence d'une entrée d'air frais sur le plénum de retour de la fournaise. Ce système d'échange d'air peut contribuer grandement aux déperditions thermiques et la quantité d'énergie consommée par ce système est difficile à évaluer. La consommation d'eau chaude, l'ouverture des portes et fenêtres, les données sur la livraison du mazout (consommation et livraison pas simultanée) peuvent également être des facteurs explicatifs de ces écarts. Bien que le nombre d'occupants ait été pris en considération lors de la seconde phase, les habitudes de vie réelles ne sont pas connues. Même si les causes réelles des écarts ne peuvent être confirmées avec certitude, nous pouvons tout de même dégager des recommandations pour réduire la consommation énergétique des habitations. Certaines recommandations sont d'ordre comportemental et d'autres concernent l'enveloppe et la mécanique du bâtiment. Ces recommandations sont présentées à la section 4 du rapport.

3.4.2. Répartition d'énergie en électricité

La répartition d'énergie en électricité indique un écart parfois faible et parfois important entre la simulation énergétique et les factures de consommation fournies par Hydro-Québec. Les écarts de consommation électrique sont majoritairement reliés à l'utilisation des appareils (télévision, éclairage, sècheuse, congélateurs, pompe à eau, chauffe-moteur, etc.) par les occupants, mais également en partie par l'utilisation du chauffage (ventilateur de fournaise). Le tableau ci-dessous représente la consommation moyenne par type d'habitation pour la phase 1 et la phase 2. Même s'il y a peu d'impact sur la consommation électrique, il est à noter qu'environ 20% des habitations de la phase 1 n'avaient pas été rénovées (rénovation majeure) tandis que l'ensemble des habitations de la phase 2 ont été rénovées au cours des 10 dernières années.

Tableau 4. Moyenne des écarts de consommation électrique par type d'habitation

Type	Cons. en kWh (Simulation)	Cons. en kWh (Factures)	Écart
J2.4	11 540	15 346	33 %
J2.2	10 533	9 664	- 8 %*
R3	11 038	11 854	7 %
U2	11 014	11 172	1 %
U3	11 064	11 456	4 %
U5	11 122	15 535	40 %
Unique	10 731	15 296	43 %*

**Prendre note que l'habitation #77 a été retirée du calcul de la moyenne compte tenu qu'il s'agissait à l'époque d'une construction neuve et que la consommation ne représente pas une année complète. L'habitation de type « unique » de la deuxième phase a également été retirée puisque la période d'occupation pendant l'année n'est pas constante.*

Pour 7 habitations sur 78 (9%), les visites ont révélé la présence de chauffage d'appoint à l'intérieur des espaces habitables. Si l'on compare la consommation réelle de ces habitations par rapport à leur consommation électrique simulée, on obtient en moyenne un écart positif de 26%.

Tableau 5a Écarts de consommation électrique par habitation ayant un chauffage d'appoint électrique à l'intérieur des espaces habitables

Type et # référence	Cons. en kWh (Simulation)	Cons. en kWh (Factures)	Écart
J2.4 - #25	11 607	19 145	65 %
J2.4 - #26	12 023	14 087	17 %
U5 - #1	11 478	15 636	36 %
U3 - #2	11 159	11 813	6 %
U5 - #3	11 501	11 965	4 %
R3 - #9	10 933	19 335	77 %
R3 - #19	11 100	8 767	-21 %
Moyenne	11 400	14 393	26 %

Dans une moindre mesure, il semblait aussi y avoir du chauffage d'appoint temporaire dans les chambres mécaniques de 2 habitations sur 78 (3%). Il est à noter que pour les habitations de type J2.2 ainsi que l'habitation J2.4 #47, un chauffage électrique standard de type « aérotherme » a été installé dans la chambre mécanique au moment de la construction. Les aérothermes figurent d'ailleurs sur les plans de J2.2 consultés et sont prévus dans certains bâtiments où la salle de mécanique est isolée du reste du bâtiment afin de prévenir le gel des équipements de plomberie. Il ne s'agit donc pas d'installation d'appoint temporaire. Cependant, dans les habitations #13 ainsi que #74, il semble s'agir de chauffage électrique temporaire installé suite à la construction.

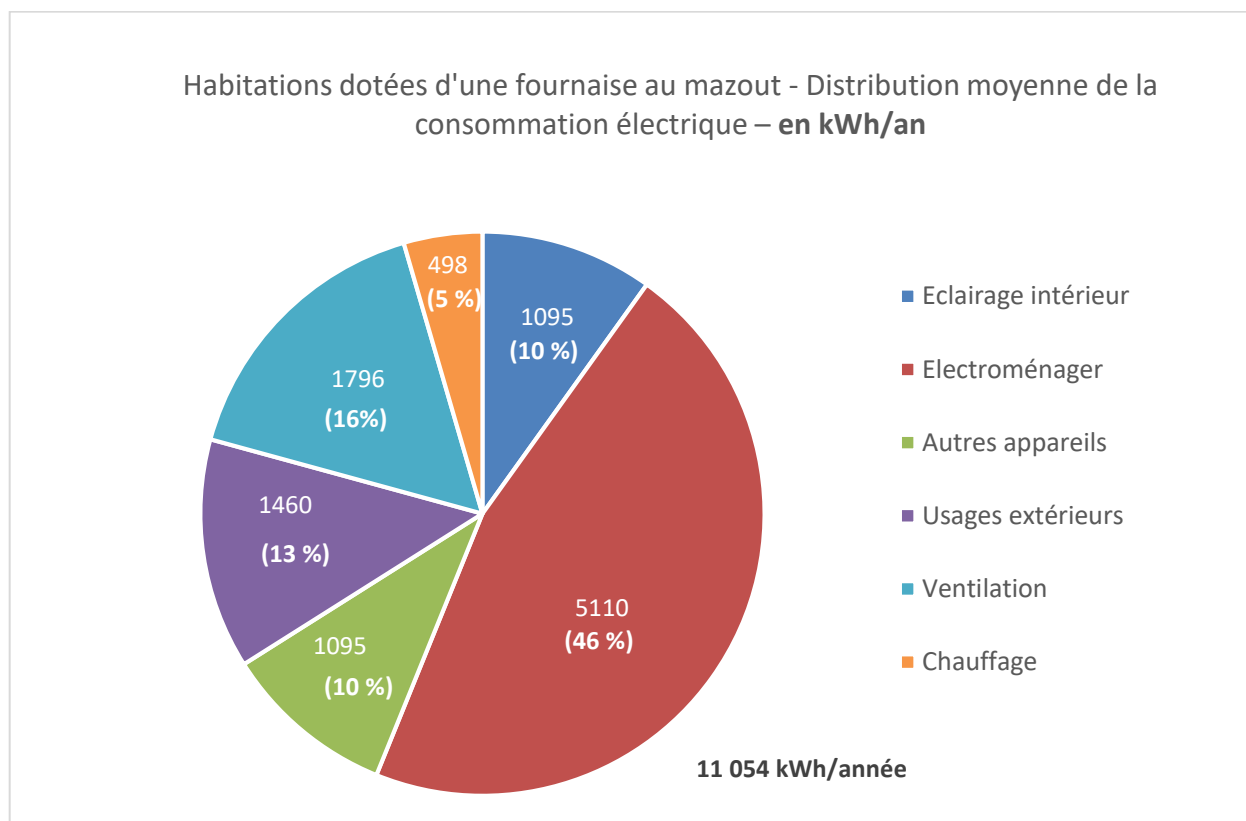
Tableau 5b. Écarts de consommation électrique par habitation ayant un chauffage électrique temporaire à l'intérieur de la chambre mécanique

Type et # référence	Cons. en kWh (Simulation)	Cons. en kWh (Factures)	Écart
J2.4 - #13	11 112	21 394	93 %
U3 - #74	10 911	9 221	-15 %

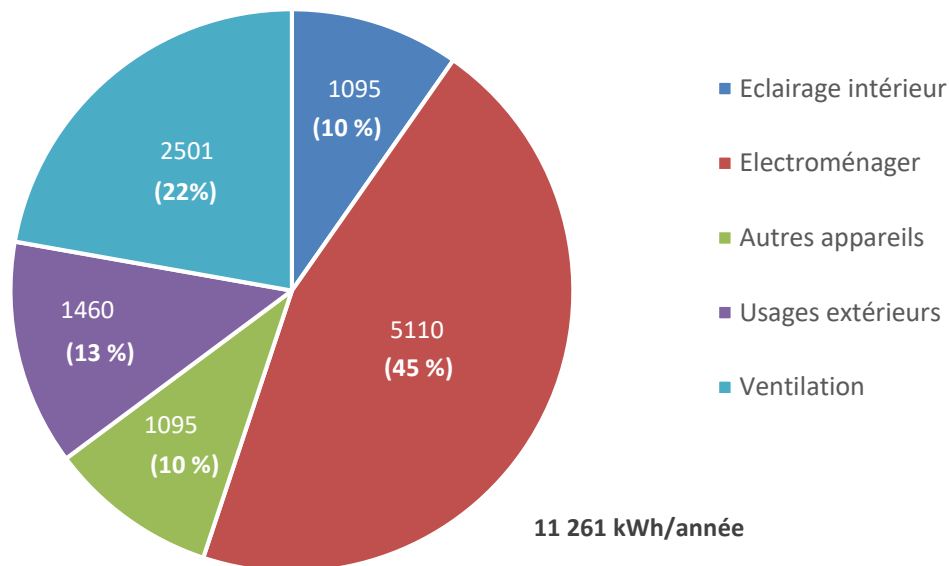
3.4.3 Distribution de la consommation d'électricité selon les usages

La répartition de la consommation d'électricité ci-dessous a été déterminée selon la simulation énergétique effectuée pour chacune des habitations auditées. Cette distribution est calculée selon des valeurs moyennes de consommation établies par le logiciel de modélisation de Ressources naturelles Canada (ex : l'utilisation des électroménagers, des appareils électriques et de l'éclairage). Un graphique illustre la distribution lorsque le système de chauffage principal est une fournaise au mazout, tandis que le second graphique représente la distribution de la consommation électrique lorsqu'il s'agit d'une habitation munie d'une chaudière au mazout.

Dans le même sens, l'exercice de distinguer la consommation électrique des habitations des salles mécaniques implique la réalisation d'un inventaire exhaustif de l'ensemble des dispositifs électriques (ex : volet motorisé ou autres dispositifs ne servant qu'à alimenter la chambre mécanique) et dont la puissance et le temps d'utilisation doivent être connus et calculés afin d'évaluer la consommation annuelle.



Habitations dotées d'une chaudière au mazout - Distribution moyenne de la consommation électrique – en KWh/an



3.4.4 Équipement électrique – Autres appareils

Le tableau suivant présente les appareils ayant théoriquement un impact plus important sur la consommation électrique. Ce relevé a été demandé lors de la deuxième phase du mandat uniquement. Seuls les appareils visibles ont été comptabilisés. La modélisation des habitations de la deuxième phase prend en considération le nombre d'occupants, ce qui peut avoir un impact à la hausse sur les charges de base (laveuse, sècheuse, eau chaude) Toutefois, la modélisation ne peut prendre en compte l'usage des appareils, tels les téléviseurs, consoles de jeu, radios, micro-onde, considérant que la fréquence d'utilisation de ces appareils n'est pas connue. Les données ci-dessous sont donc à titre informatif. Pour alléger le tableau, il est à noter qu'un réfrigérateur, laveuse et sècheuse sont présents dans toutes les habitations (à l'exception d'une seule qui était en rénovation). La colonne des petits électros comprend les appareils, tels qu'un micro-onde, grille-pain, bouilloire, poêle électrique portatif, etc. La colonne du congélateur indique un appareil séparé du réfrigérateur.

Tableau 6. Nombre d'appareils relevés – phase 2

# référence	Télévision	Petits électros	Congélateur	Ordinateur	Console de jeux vidéo	Radio	Autres
1	1	7	0	1	1	5	-
2	2	5	0	0	2	3	-
3	1	4	0	0	5	4	-
4	5	6	1	1	2	2	1 humidificateur
5	2	1	0	0	0	3	1 lecteur DVD
6	2	4	1	0	0	0	1 machine à coudre
7	2	4	1	0	0	4	-
8	3	3	1	1	0	2	-
9	3	3	1	1	0	3	2 ventilateurs
10	1	3	1	1	0	6	-
11	2	3	0	1	0	3	1 ventilateur
12	4	5	0	1	0	1	1 ventilateur

13	5	4	1	0	0	4	1 lecteur DVD
14	0	0	0	0	0	2	1 machine à coudre
15	1	6	1	1	0	2	-
16	2	3	0	0	2	3	-
17	4	5	1	0	0	2	1 humidificateur
18	2	3	1	1	0	2	-
19	4	7	1	0	1	3	2 lecteurs DVD
20	1	4	0	0	0	4	-
21	2	5	1	0	0	4	-
22	3	4	1	0	2	3	-
23	4	4	1	1	2	2	1 piano électrique
24	3	3	1	1	3	3	-
25	2	5	1	1	2	2	-
26	4	3	1	1	0	4	2 lecteurs DVD 1 foyer électrique
27	2	3	0	0	1	1	1 chaufferette électrique
28	2	4	0	0	0	2	1 machine à coudre
Moyenne	2.5	4	0.5	0.5	1	3	*

*Compte tenu que les appareils ont des consommations n'étant pas similaires, une moyenne n'a pas été comptabilisée pour la colonne « autres ».

3.5. État général des habitations

Le tableau suivant montre les principales observations faites à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment qui ont été le plus souvent identifiées sur les soixante-dix-huit (78) habitations des phases 1 et 2. Nous avons relevé que de façon générale, et compte tenu des rénovations récentes dans plusieurs cas, les habitations ne présentaient pas de problème particulier à l'extérieur. Il est possible que la situation observée en 2014 ait changé.

Conditions principalement relevées	Nombre d'habitations sur 78
Chambre mécanique accessible par les occupants	71
Pressurisation de l'enveloppe (entrée d'air frais sur plénum)	54
Matelas directement au sol (risque de condensation)	>50
Présence de condensation dans l'entretoit	33
Absence d'entrée d'air de combustion (chambre mécanique)	21
Présence de fenêtres ouvertes	14
Présence de contre-fenêtres ouvertes	28
Présence de fenêtres ou contre-fenêtre brisées	11
Condensation dans les fenêtres	12
Température de l'eau chaude trop élevée*	11

*Cette donnée était spécifique au relevé de la phase 1. Il n'est pas exclu que cette situation soit présente dans certaines habitations de la phase 2.

Autres conditions relevées**Nombre d'habitations sur 78**

Porte extérieure entre-ouverte	< 10
Fuite de plomberie	< 10
Absence de couvercle sur le réservoir d'eau	< 10
Clapet barométrique maintenu en position ouverte	< 10
Traces indiquant la présence de moisissure	< 10
Traces d'infiltrations d'eau	< 10
Drain du condensat du VRC absent ou mal raccordé	< 5
Gaine isolante endommagée dans la chambre mécanique	< 5
VRC non utilisé	< 5
Mauvais tirage ou refoulement d'un chauffe-eau	< 5

3.6 Synthèse de l'étanchéité à l'air des habitations

Les données relatives à l'étanchéité à l'air des bâtiments ont été compilées à la suite des essais d'infiltrométrie en condition normale tout en respectant la norme *ONGC 149.10 M86*. Les données ont été classées selon le type de bâtiment afin de permettre les comparaisons pour une même configuration et non par village.

Le CAH50 représente le changement d'air à l'heure à une différence de pression de 50 Pascals (Pa), soit en condition d'infiltrométrie. La SFE quant à elle représente la surface de fuite équivalente. C'est-à-dire la superficie totale de l'ensemble des ouvertures dans l'enveloppe du bâtiment. Finalement, la SFN représente la surface de fuites normalisées. La SFN se calcule en divisant la surface de fuite équivalente (SFE) (en cm^2) par la surface de l'enveloppe du bâtiment (en m^2). Le calcul de la surface intérieure comprend toutes les parois du logement, c'est-à-dire le plancher, le plafond, et les murs.

Une SFN de moins de $0,7\text{cm}^2/\text{m}^2$, soit 0,7 centimètre carré d'ouverture pour chaque mètre carré de surface de l'enveloppe du bâtiment représente une habitation ayant une enveloppe à haut rendement en ce qui concerne l'étanchéité à l'air. À l'opposé, une habitation ayant une SFN supérieure à $2,0\text{cm}^2/\text{m}^2$, indique que des travaux d'étanchéité seront alors fortement recommandés. Il n'en demeure pas moins que des travaux de scellement sont tout de même recommandés généralement en tout temps, entre autres, pour limiter la condensation dans l'enveloppe du bâtiment.

Il est possible, à titre indicatif, d'évaluer la performance de l'étanchéité à l'air d'un bâtiment selon les données du tableau ci-dessous.

Résultats de SFN (en cm^2/m^2)	Étanchéité
0,70 et moins	Haute (très étanche)
Entre 0,70 à 2,0	Moyenne (moyennement étanche)
2,0 et plus	Faible (très peu étanche)

Bien que le changement d'air par heure à 50 Pascals (CAH50) soit généralement utilisé au Canada afin de comparer différents bâtiments entre eux, il comporte certaines limites. En effet, il peut être difficile à l'aide du CAH50 d'établir des comparaisons équivalentes lorsque des bâtiments de tailles différentes sont comparés. La SFN est un meilleur outil pour l'indication du niveau d'étanchéité de l'enveloppe que le CAH50 puisque la normalisation se fait sur la surface exposée à l'extérieur alors que le CAH50 est normalisé sur un volume. À titre d'exemple, deux bâtiments peuvent avoir un volume identique, mais une surface exposée très différente.

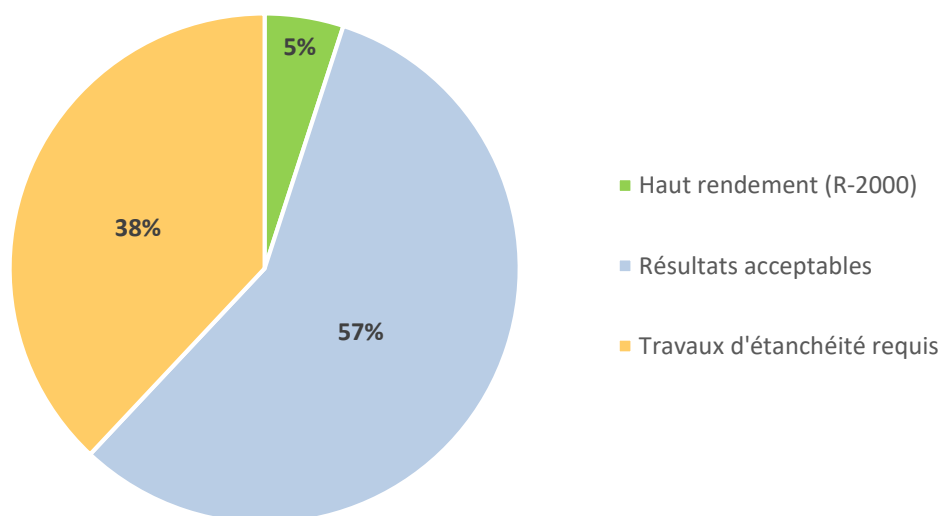
Si le résultat du CAH50 est identique, la qualité de l'étanchéité à l'air du bâtiment ayant la plus grande surface sera meilleure que celle du bâtiment avec une surface moins importante. À titre d'exemple, les deux habitations ci-dessous ont le même volume. Selon le CAH, le « bâtiment B »* aurait une performance moindre que le « bâtiment A ». Cependant, les données obtenues pour la SFN indiquent que le « Bâtiment B » a une étanchéité à l'air supérieure. C'est-à-dire que la surface d'ouverture par mètre carré est inférieure à celle du « Bâtiment A ».

Adresse	CAH50	SFN
Bâtiment A	4,88	3,09 cm ² /m ²
Bâtiment B	5,05	2,04 cm ² /m ²

3.6.1 Comparatifs de performance d'étanchéité à l'air


Le tableau suivant indique les différents résultats de CAH, SFE et SFN pour chacune des habitations. Pour la SFN, des indicateurs de référence ont été insérés à des fins de comparaison. En effet, pour une habitation respectant les normes du programme de Ressources naturelles Canada, R-2000, la SFN ne doit pas excéder 0,7 cm²/m². C'est-à-dire qu'il ne doit pas y avoir plus de 0,7 centimètre carré d'ouverture pour chaque mètre carré de surface de l'enveloppe du bâtiment. À l'opposé, une habitation ayant une SFN supérieure à 2,0 cm²/m², des travaux d'étanchéité seront alors recommandés.


Selon les valeurs calculées, trente (30) habitations sur soixante-dix-huit (78) nécessiteraient des travaux de scellement afin d'obtenir un niveau d'étanchéité à l'air acceptable. Quarante-cinq (45) habitations sur soixante-dix-huit (78) se situent dans la zone dite acceptable. Quatre (4) habitations sur soixante-dix-huit (78) habitations se comparent à la norme R-2000 pour l'étanchéité à l'air.




Il est à noter que bien que l'étanchéité de l'air de plus de 50 % des habitations soit jugée acceptable, il n'en demeure pas moins que des travaux de scellement sont tout de même recommandés dans le cadre de la présente étude. D'autant plus que la plupart des habitations visées ont fait l'objet de rénovations importantes. Conséquemment, on devrait s'attendre à ce que ces habitations aient un niveau d'étanchéité plus élevé.

Légende :

 R-2000 – Haut rendement
(0,7 cm²/m² maximum)

 Résultats acceptables pour un
bâtiment existant non rénové

 Bâtiments nécessitant
des travaux d'étanchéité

Type	Village	# Référence	CAH50	SFE (cm ²)	SFN (cm ² /m ²)
J2.2	Inukjuak	69	4.87	292	1.40
	Inukjuak	71	5.02	434	1.66
	Kuujjuarapik	61	4.44	395	1.70
	Salluit	54	7.72	366	1.89
	Puvirnituq	77	5.65	680	1.95
	Salluit	56	8.29	394	2.03
	Kuujjuaq	40	7.08	397	2.11
	Salluit	57	7.98	430	2.21
	Inukjuak	66	5.90	570	2.46
	Kuujjuaq	30	6.02	582	2.49
	Kangirsuk	45	6.55	767	3.30
	Kuujjuaq	38	11.80	1074	3.42
	Inukjuak	68	5.65	597	3.43
J2.4	Akulivik	18	2.38	276	0.64
	Kangijsujuaq	13	3.83	303	0.70
	Umiujaq	25	2.76	303	0.70
	Umiujaq	24	3.76	383	0.89
	Salluit	53	3.57	290	1.16
	Umiujaq	28	4.63	512	1.19
	Salluit	52	2.73	314	1.26
	Kangirsuk	47	4.28	367	1.47
	Umiujaq	27	5.7	639	1.48
	Umiujaq	26	6.15	672	1.56
	Puvirnituq	78	4.54	480	2.15
	Puvirnituq	72	5.79	546	2.40
	Puvirnituq	73	6.88	584	2.60
	R3	Kuujjuaq	34	10.20	529
Kuujjuaq		37	8.95	556	2.14
Kuujjuarapik		60	8.42	558	2.16
Kuujjuaq		43	9.27	601	2.31
Akulivik		16	7.46	646	2.58
Kangijsujuaq		11	8.85	717	2.85
Akulivik		19	8.32	748	2.98
Kuujjuarapik		62	11.68	777	3.02
Kangijsujuaq		9	11.67	952	3.79

U2	Inukjuak	70	4.14	249	1.06
	Kuujjuarapik	63	1.17	282	1.32
	Inukjuak	65	3.71	315	1.72

U3	Kangirsuk	46	4.77	377	1.08
	Puvirnitug	74	3.78	408	1.18
	Kangiqsualujjuaq	6	3.37	367	1.21
	Puvirnitug	75	3.94	421	1.23
	Kangiqsualujjuaq	7	2.89	374	1.23
	Kangiqsualujjuaq	2	3.05	382	1.26
	Akulivik	20	3.93	397	1.31
	Kangiqsujuaq	10	3.35	403	1.33
	Akulivik	21	4.28	462	1.52
	Puvirnitug	76	5.08	570	1.66
	Akulivik	22	4.20	645	2.12

U5	Kangiqsualujjuaq	8	2.28	417	1.29
	Salluit	51	2.67	426	1.30
	Kuujjuaq	31	3.25	505	1.33
	Kangiqsualujjuaq	1	2.42	435	1.34
	Kangiqsualujjuaq	4	2.55	434	1.34
	Kuujjuaq	41	3.68	503	1.38
	Inukjuak	67	4.83	412	1.45
	Salluit	55	3.25	619	1.59
	Akulivik	17	3.22	527	1.63
	Kangiqsualujjuaq	5	3.08	545	1.68
	Kangiqsualujjuaq	3	3.31	563	1.74
	Akulivik	23	3.31	566	1.75
	Kuujjuarapik	59	4.22	647	1.79
	Kuujjuaq	35	3.12	703	1.82
	Kangiqsujuaq	14	3.59	602	1.86
	Kuujjuarapik	58	4.85	701	1.94
	Kangirsuk	48	6.50	742	2.07
	Kuujjuarapik	64	4.63	828	2.29
	Kangiqsujuaq	12	3.66	746	2.30
	Kangirsuk	44	6.81	1232	3.19
Kangirsuk	49	10.35	1455	4.75	
Kangirsuk	50	10.35	1455	4.75	

Modèle « Unique »	Kuujjuaq	36	1.80	640	1.04
	Kangiqsujuaq	15	2.78	534	1.32

Kuujjuaq	32	8.66	652	1.86
Kuujjuaq	42	4.95	1312	1.98
Kuujjuaq	39	5.38	363	2.25
Kuujjuaq	33	7.25	1387	2.30
Kuujjuaq	29	11.80	1074	3.42

4. RECOMMANDATIONS

4.1 Travaux d'amélioration énergétique

Suite à l'évaluation énergétique de l'ensemble des bâtiments résidentiels visés par l'étude, nous avons établi, en ce qui concerne l'enveloppe et la mécanique du bâtiment, que deux types de travaux pouvaient être réalisés, soit d'une part, des travaux dits « mineurs », et d'autre part, des travaux dits « majeurs ».

4.1.1. Travaux mineurs

Les travaux mineurs consistent à améliorer l'étanchéité à l'air du bâtiment. L'intervention vise à réduire minimalement de 10% les fuites d'air de l'enveloppe du bâtiment. Les principaux points de scellement relevés pour la majorité des bâtiments sont les suivants :

- Jonction au bas des murs et des planchers
- Coupe-bise des portes extérieures
- Pourtour des portes et fenêtres
- Pourtour des trappes d'accès à l'entretoit
- Pourtour de conduits et filages traversant les murs
- Dessus des sablières et du pare-vapeur (par l'entretoit)

Compte tenu que les travaux de scellement ont pour objectif de rendre plus étanche l'enveloppe, il est recommandé de remplacer le système d'entrée d'air frais par un appareil en pression équilibré, c'est-à-dire un échangeur d'air à récupération de chaleur (VRC). Toutefois, il est important de noter que l'installation de VRC pourrait se traduire en une augmentation des coûts d'électricité.

Plus de la moitié des habitations auditées comportait une entrée d'air frais servant à renouveler l'air pour en améliorer la qualité. Dans cette région climatique où la saison froide perdure, ce système a comme avantage de pressuriser le bâtiment et de limiter les infiltrations d'air inconfortable dans le bâtiment. Cependant, bien que ceci augmente le confort des occupants, le fait de pressuriser le bâtiment pousse la vapeur d'eau contenue dans l'air à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment, notamment les murs, les planchers et l'entretoit. Cette condensation favorise alors le développement de moisissure. De plus, un isolant fibreux humidifié perd de sa résistance thermique pendant l'hiver et conséquemment augmente les pertes de chaleur par conduction et les coûts énergétiques. C'est pour cette raison que nous recommandons de remplacer le système d'entrée d'air frais par un VRC.

Pour les habitations déjà dotées d'un VRC, aucune recommandation particulière relative à la ventilation n'a été apportée dans le scénario des travaux mineurs.

Finalement, du point de vue du système de chauffage du bâtiment, nous avons inclus au scénario, l'installation d'un moteur à haute efficacité au ventilateur de la fournaise. Il est à noter que cette amélioration ne s'applique qu'aux installations comportant des fournaises à air chaud.

4.1.2. Travaux majeurs

Il s'agit des travaux de scellement sur le système pare-air qui pourraient être apportés à un bâtiment dans le cadre de travaux de remise à niveau importants (rénovations majeures). Nous savons que lors de remise à niveau des bâtiments, il y a habituellement des travaux visant l'étanchéité à l'air. Nous proposons ici d'être plus exigeant lors de ce type d'intervention dans le futur en passant par un processus de contrôle de la qualité et un plan d'action précis, de manière à s'assurer de l'atteinte de l'objectif de 1,50 CAH50. Bien que nous ayons déterminé que la surface de fuite normalisée

(SFN) soit plus juste comme mesure comparative, l'amélioration suggérée a été basée en CAH tel qu'utilisée par certains programmes d'efficacité énergétique. Il est à noter que pour le programme R2000 de Ressources Naturelles Canada par exemple, le CAH 1,50 est comparé à une SFN de 0,7 cm²/m².

Bien que cette recommandation serait applicable à presque toutes les habitations auditées, nous comprenons toutefois que des travaux de rénovation importants ont eu lieu dans les dernières années et qu'il est donc peu probable que des travaux d'enveloppe « majeurs » soient réalisés à nouveau sur ces bâtiments prochainement. Dans cette situation, les économies additionnelles pour les améliorations majeures sont principalement présentées à titre indicatif plutôt qu'une recommandation de travaux à exécuter. Le scénario des travaux majeurs inclut également les modifications à la mécanique du bâtiment tel que décrit au scénario mineur.

Tableau - Améliorations énergétiques

Les tableaux suivants démontrent les économies qui pourraient résulter des travaux effectués sur les bâtiments. Il est à noter que les économies peuvent être variables en fonction de la mise en œuvre des travaux et des habitudes de vie des occupants. Les économies liées à la réduction des fuites d'air par les travaux mineurs et majeurs prennent en considération que les améliorations sur la ventilation du bâtiment sont apportées conjointement.

La tarification fournie par Hydro-Québec lors de la première phase des audits en 2014 pour le calcul des économies monétaires était de 0,0826 \$/kWh (tarif D) pour l'électricité et de 1,80\$/litre pour le mazout à Kuujuaq et 1,644\$/litre pour les autres villages à l'étude.

Lors de la deuxième phase d'audit à l'automne 2018, la tarification à utiliser pour le calcul des économies était pour l'électricité de 0,4105 \$/kWh (2^e tranche d'énergie du tarif DN) pour l'électricité et de 1,7391\$/litre pour le mazout. Ce choix a été fait parce que la plupart des habitations auditées consommaient régulièrement en 2^e tranche du tarif DN.

Ainsi, les économies annuelles estimées sont présentées dans les tableaux distincts afin d'indiquer les coûts respectifs utilisés entre la première phase et la deuxième phase. Les cases vides aux tableaux indiquent l'absence d'économies.

Tableau 7. Économies annuelles estimées - Phase 1.

Le tableau ci-dessous fait état des économies estimées pour le mazout et l'électricité dans le cadre de la phase 1. Il est à noter que les économies sont basées sur les modélisations énergétiques des bâtiments et non sur la consommation réelle. Les améliorations proposées ne prennent pas en considération les modifications des habitudes de vie des occupants. Rappelons que les travaux d'amélioration pour la phase 1 se définissent ainsi :

- Travaux mineurs :
 - Ajout d'une VRC ou remplacement de l'entrée d'air frais de la fournaise par l'ajout d'un VRC
 - Non applicable sur les bâtiments dotés d'un VRC
 - Les bâtiments #32, #33, #36, 39 et #42 n'étaient dotés ni d'entrée d'air ni de VRC
 - Installation d'un moteur à haute efficacité au ventilateur de la fournaise
 - Non applicable sur les bâtiments dotés d'une chaudière
 - Réduction de 10 % des fuites d'air
- Travaux majeurs :
 - Inclus l'ensemble des améliorations mineures proposées. Toutefois la cible de réduction des fuites d'air est de 1.5 CAH50 (ou 0.7 cm²/m²).

Numéro de référence	Type de travaux (scénario)	Économies annuelles estimées (mazout)	Économies annuelles estimées (électricité)
#47 (J2.4)	Mineurs	755 \$ (4 773 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 039 \$ (6 572 kWh équivalents)	-
#52 (J2.4)	Mineurs	1 197 \$ (7571 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 626 \$ (10 556 kWh équivalents)	42 \$ (508 kWh)
#53 (J2.4)	Mineurs	784 \$ (4 961 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 100 \$ (7 176 kWh équivalents)	35 \$ (424 kWh)
#72 (J2.4)	Mineurs	152 \$ (956 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 528 \$ (9 765 kWh équivalents)	31 \$ (375 kWh)
#73 (J2.4)	Mineurs	164 \$ (1 040 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 780 \$ (11 346 kWh équivalents)	31 \$ (375 kWh)
#78 (J2.4)	Mineurs	197 \$ (1 248 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1279 \$ (8 268 kWh équivalents)	28 \$ (339 kWh)

Numéro de référence	Type de travaux (scénario)	Économies annuelles estimées (mazout)	Économies annuelles estimées (électricité)
#30 (J2.2)	Mineurs	465 \$ (2683 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 900 \$ (10 982 kWh équivalents)	10 \$ (121 kWh)
#38 (J2.2)	Mineurs*	1 694 \$ (9 786 kWh équivalents)	-
	Majeurs*	2 710 \$ (15 662 kWh équivalents)	10 \$ (121 kWh)
#40 (J2.2)	Mineurs	772 \$ (4 461 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 425 \$ (8 237 kWh équivalents)	5 \$ (61 kWh)

#45 (J2.2)	Mineurs	1 326 \$ (8 392 kWh équivalents)	-
	Majeurs	3 051 \$ (19 302 kWh équivalents)	30 \$ (363 kWh)
#54 (J2.2)	Mineurs	1 429 \$ (9 037 kWh équivalents)	-
	Majeurs	2 157 \$ (13 645 kWh équivalents)	11 \$ (133 kWh)
#56 (J2.2)	Mineurs	921 \$ (5 824 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 688 \$ (10 680 kWh équivalents)	15 \$ (182 kWh)
#57 (J2.2)	Mineurs	565 \$ (3 578 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 527 \$ (9 661 kWh équivalents)	5 \$ (61 kWh)
#61 (J2.2)	Mineurs	375 \$ (2 371 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 182 \$ (7n478 kWh équivalents)	5 \$ (61 kWh)
#66 (J2.2)	Mineurs	337 \$ (2 312 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 608 \$ (10 171 kWh équivalents)	23 \$ (278 kWh)
#68 (J2.2)	Mineurs	398 \$ (2 517 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 683 \$ (10 649 kWh équivalents)	15 \$ (194 kWh)
#69 (J2.2)	Mineurs	886 \$ (5 605 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 620 \$ (10 244 kWh équivalents)	7 \$ (85 kWh)
#71 (J2.2)	Mineurs	1 126 \$ (7124 kWh équivalents)	-
	Majeurs	2 073 \$ (13 114 kWh équivalents)	16 \$ (194 kWh)
#77 (J2.2)	Mineurs	178 \$ (1 123 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 202 \$ (7 602 kWh équivalents)	10 \$ (121 kWh)

* Des améliorations d'isolation ont également été appliquées dans ce bâtiment

Numéro de référence	Type de travaux (scénario)	Économies annuelles estimées (mazout)	Économies annuelles estimées (électricité)
#34 (R3)	Mineurs	452 \$ (2 610 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 212 \$ (7000 kWh équivalents)	10 \$ (121 kWh)
#37 (R3)	Mineurs	421 \$ (2 433 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 700 \$ (9 817 kWh équivalents)	15 \$ (182 kWh)
#43 (R3)	Mineurs	581 \$ (3 359 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 744 \$ (10 077 kWh équivalents)	20 \$ (242 kWh)
#60 (R3)	Mineurs	420 \$ (2 652 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 326 \$ (8 392 kWh équivalents)	6 \$ (73 kWh)
#62 (R3)	Mineurs	763 \$ (4 825 kWh équivalents)	-
	Majeurs	2 292 \$ (14 498 kWh équivalents)	18 \$ (218 kWh)

Numéro de référence	Type de travaux (scénario)	Économies annuelles estimées (mazout)	Économies annuelles estimées (électricité)
#63 (U2)	Mineurs	-	-
	Majeurs	408 \$ (2 579 kWh équivalents)	5 \$ (60 kWh)
#65 (U2)	Mineurs	105 \$ (665 kWh équivalents)	-
	Majeurs	702 \$ (4 440 kWh équivalents)	15 \$ (182 kWh)
#70 (U2)	Mineurs	128 \$ (811 kWh équivalents)	-
	Majeurs	271 \$ (1 716 kWh équivalents)	2 \$ (24 kWh)

Numéro de référence	Type de travaux (scénario)	Économies annuelles estimées (mazout)	Économies annuelles estimées (électricité)
#46 (U3)	Mineurs	1 099 \$ (6 947 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 508 \$ (9 537 kWh équivalents)	10 \$ (121 kWh)
#74 (U3)	Mineurs	343 \$ (2 174 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 025 \$ (6 479 kWh équivalents)	13 \$ (157 kWh)
#75 (U3)	Mineurs	587 \$ (3 713 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 168 \$ (7 384 kWh équivalents)	5 \$ (61 kWh)
#76 (U3)	Mineurs	666 \$ (4 212 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 718 \$ (10 868 kWh équivalents)	10 \$ (121 kWh)

Numéro de référence	Type de travaux (scénario)	Économies annuelles estimées (mazout)	Économies annuelles estimées (électricité)
#31 (U5)	Mineurs	1 007 \$ (5 813 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 585 \$ (9 162 kWh équivalents)	10 \$ (121 kWh)
#35 (U5)	Mineurs	1 014 \$ (5 855 kWh équivalents)	-
	Majeurs	2 030 \$ (11 731 kWh équivalents)	15 \$ (182 kWh)
#41 (U5)	Mineurs	1 375 \$ (7 946 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 686 \$ (9 745 kWh équivalents)	25 \$ (303 kWh)
#44 (U5)	Mineurs	699 \$ (4 420 kWh équivalents)	-
	Majeurs	3 831 \$ (24 232 kWh équivalents)	24 \$ (290 kWh)
#48 (U5)	Mineurs	1 269 \$ (8029 kWh équivalents)	-
	Majeurs	2 091 \$ (13 229 kWh équivalents)	18 \$ (242 kWh)

#49	Mineurs	1 724 \$ (10 909 kWh équivalents)	-
	Majeurs	2 750 \$ (31 865 kWh équivalents)	25 \$ (303 kWh)
#50 (U5)	Mineurs	1 614 \$ (10 212 kWh équivalents)	-
	Majeurs	4 839 \$ (30 607 kWh équivalents)	40 \$ (484 kWh)
#51 (U5)	Mineurs	901 \$ (5 699 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 838 \$ (11 627 kWh équivalents)	15 \$ (182 kWh)
#55 (U5)	Mineurs	1 340 \$ (8 476 kWh équivalents)	-
	Majeurs	2 598 \$ (16 432 kWh équivalents)	15 \$ (182 kWh)
#58 (U5)	Mineurs	424 \$ (2 683 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 902 \$ (12 032 kWh équivalents)	13 \$ (157 kWh)
#59 (U5)	Mineurs	419 \$ (2 652 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 676 \$ (10 598 kWh équivalents)	11 \$ (133 kWh)
#64 (U5)	Mineurs	1256 \$ (7 945 kWh équivalents)	-
	Majeurs	3 377 \$ (21 362 kWh équivalents)	30 \$ (363 kWh)
#67 (U5)	Mineurs	492 \$ (3 110 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 193 \$ (7 550 kWh équivalents)	16 \$ (194 kWh)

Numéro de référence	Type de travaux (scénario)	Économies annuelles estimées (mazout)	Économies annuelles estimées (électricité)
#29 (unique)	Mineurs	659 \$ (3 806 kWh équivalents)	-
	Majeurs	2 801 \$ (16 328 kWh équivalents)	25 \$ (302 kWh)
#32 (unique)	Mineurs	85 \$ (489 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1595 \$ (9 297 kWh équivalents)	15 \$ (182 kWh)

#33 (unique)	Mineurs*	2792 \$ (16 130 kWh équivalents)	-
	Majeurs*	6 752 \$ (39 239 kWh équivalents)	42 \$ (508 kWh)
#36 (unique)	Mineurs	430 \$ (2485 kWh équivalents)	-
	Majeurs	805 \$ (4 649 kWh équivalents)	-
#39 (unique)	Mineurs	199 \$ (1 154 kWh équivalents)	-
	Majeurs	930 \$ (5 397 kWh équivalents)	5 \$ (61 kWh)
#42 (unique)	Mineurs	248 \$ (1 435 kWh équivalents)	-
	Majeurs	2 462 \$ (14 227 kWh équivalents)	5 \$ (61 kWh)

* Des améliorations d'isolation ont également été appliquées dans ce bâtiment

Tableau 8. Économies annuelles estimées - Phase 2.

Le tableau ci-dessous fait état des économies estimées pour le mazout et l'électricité dans le cadre de la phase 2. Les économies sont basées sur les modélisations énergétiques des bâtiments et non sur la consommation réelle. Les améliorations proposées ne prennent pas en considération les modifications des habitudes de vie des occupants.

Rappelons que les travaux d'amélioration pour la phase 2 se définissent ainsi :

- Travaux mineurs :
 - Ajout d'un VRC ou remplacement de l'entrée d'air frais de la fournaise par l'ajout d'un VRC
 - Non applicable sur les bâtiments dotés d'un VRC
 - Seuls les bâtiments #9 et #28 n'étaient dotés ni d'entrée d'air ni de VRC
 - Installation d'un moteur à haute efficacité du ventilateur de la fournaise
 - Non applicable sur les bâtiments dotés d'une chaudière
 - Réduction de 10 % des fuites d'air
- Travaux majeurs :
 - Inclus l'ensemble des améliorations mineures proposées. Toutefois la cible de réduction des fuites d'air est de 1,5 CAH50 (ou 0,7 cm²/m²).

Numéro de référence	Type de travaux (scénario)	Économies annuelles estimées (mazout)	Économies annuelles estimées (électricité)
#13 (J2.4)	Mineurs	132 \$ (790 kWh équivalents)	-
	Majeurs	468 \$ (2 798 kWh équivalents)	5 \$ (11 kWh)
#18 (J2.4)	Mineurs	146 \$ (874 kWh équivalents)	-
	Majeurs	473 \$ (2 829 kWh équivalents)	-

#24 (J2.4)	Mineurs	428 \$ (2 558 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 122\$ (6 708 kWh équivalents)	-
#25 (J2.4)	Mineurs	282 \$ (1 685 kWh équivalents)	-
	Majeurs	930 \$ (5 564 kWh équivalents)	-
#26 (J2.4)	Mineurs	167 \$ (998 kWh équivalents)	67 \$ (162 kWh)
	Majeurs	1 831 \$ (8 736 kWh équivalents)	109 \$ (265 kWh)
#27 (J2.4)	Mineurs	130 \$ (780 kWh équivalents)	69 \$ (169 kWh)
	Majeurs	1 708 \$ (10 213 kWh équivalents)	109 \$ (265 kWh)
#28 (J2.4)	Mineurs	163 \$ (978 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 310 \$ (7 831 kWh équivalents)	-
#9 (R3)	Mineurs	259 \$ (1 550 kWh équivalents)	-
	Majeurs	2 219 \$ (13 270 kWh équivalents)	-
#11 (R3)	Mineurs	452 \$ (2 704 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 885 \$ (11 274 kWh équivalents)	28 \$ (67 kWh)
#16 (R3)	Mineurs	443 \$ (2 652 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 675 \$ (10 015 kWh équivalents)	15 \$ (37 kWh)
#19 (R3)	Mineurs	558 \$ (3 338 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 958 \$ (11 710 kWh équivalents)	29 \$ (71 kWh)
#2 (U3)	Mineurs	203 \$ (1 217 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 421 \$ (8 497 kWh équivalents)	25 \$ (60 kWh)
#6 (U3)	Mineurs	337 \$ (2 018 kWh équivalents)	-
	Majeurs	710 \$ (4 243 kWh équivalents)	5 \$ (13 kWh)
#7 (U3)	Mineurs	637 \$ (3 806 kWh équivalents)	-

	Majeurs	819 \$ (4 898 kWh équivalents)	13 \$ (31 kWh)
#10 (U3)	Mineurs	550 \$ (3 286 kWh équivalents)	4 \$ (10 kWh)
	Majeurs	1 610 \$ (9 630 kWh équivalents)	31 \$ (75 kWh)
#20 (U3)	Mineurs	383 \$ (2 288 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 228 \$ (7 342 kWh équivalents)	18 \$ 43 kWh)
#21 (U3)	Mineurs	550 \$ (3 286 kWh équivalents)	4 \$ (10 kWh)
	Majeurs	1 610 \$ (9 630 kWh équivalents)	31 \$ (75 kWh)
#22 (U3)	Mineurs	437 \$ (2 610 kWh équivalents)	1 \$ (2 kWh)
	Majeurs	1 503 \$ (8 986 kWh équivalents)	28 \$ (69 kWh)
#1 (U5)	Mineurs	678 \$ (4 056 kWh équivalents)	16 \$ (40 kWh)
	Majeurs	962 \$ (5751 kWh équivalents)	24 \$ (58 kWh)
#3 (U5)	Mineurs	370 \$ (1 217 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 421 \$ (8 497 kWh équivalents)	25 \$ (60 kWh)
#4 (U5)	Mineurs	285 \$ (1 706 kWh équivalents)	12 \$ (29 kWh)
	Majeurs	1 576 \$ (9 422 kWh équivalents)	43 \$ (105 kWh)
#5 (U5)	Mineurs	188 \$ (1 123 kWh équivalents)	7 \$ (18 kWh)
	Majeurs	1 268 \$ (7 582 kWh équivalents)	34 \$ (82 kWh)
#8 (U5)	Mineurs	325 \$ (1 945 kWh équivalents)	1 \$ (2 kWh)
	Majeurs	936 \$ (5 595 kWh équivalents)	16 \$ (39 kWh)
#12 (U5)	Mineurs	678 \$ (4 056 kWh équivalents)	30 \$ (74 kWh)
	Majeurs	1 821 \$ (10 889 kWh équivalents)	59 \$ (144 kWh)
#14 (U5)	Mineurs	443 \$ (2 652 kWh équivalents)	21 \$ (51 kWh)
	Majeurs	1 593 \$ (9 526 kWh équivalents)	50 \$ (122 kWh)

#17 (U5)	Mineurs	513 \$ (3 068 kWh équivalents)	19 \$ (46 kWh)
	Majeurs	1 570 \$ (9 391 kWh équivalents)	46 \$ (111 kWh)
#23 (U5)	Mineurs	397 \$ (2 371 kWh équivalents)	14 \$ (33 kWh)
	Majeurs	1 442 \$ (8 622 kWh équivalents)	40 \$ (97 kWh)
#28 (Unique)	Mineurs	391 \$ (2 340 kWh équivalents)	-
	Majeurs	1 007 \$ (6 022 kWh équivalents)	9 \$ (21 kWh)

5. CONCLUSION GÉNÉRALE

5.1. État et conditions actuels des bâtiments résidentiels

De façon générale, peu d'entretien est requis à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments. La plupart des bâtiments inspectés ont fait l'objet de rénovations importantes au cours des 10 dernières années. Il s'agit donc principalement de travaux d'entretien de base et, dans certains cas, de voir au remplacement de fenêtres cassées, de corriger certains écoulements de composantes de plomberie ou de remplacement de matériaux ayant été atteints par l'eau ou l'humidité récemment ou par le passé. Selon les informations reçues sur place, des plans d'entretien pour la mécanique du bâtiment sont établis pour l'ensemble des bâtiments. Il est à noter que nous ne connaissons pas l'état actuel des bâtiments qui ont été inspectés à l'automne 2014.

5.2. Niveau d'isolation de l'enveloppe

À l'exception d'un audit à Kuujuaq, sur l'ensemble, le niveau d'isolation relevé a été jugé adéquat. L'ajout d'isolation dans les entretoits par exemple n'apporterait pas ou très peu d'économie sur le chauffage au mazout.

5.3. État des salles mécaniques

De façon générale, les chambres mécaniques ne présentent pas de problème particulier. Toutefois, nous avons relevé que les occupants utilisent parfois cette salle comme espace de rangement. Des traces de dommages causés par l'eau ont également été relevées à certains endroits, provenant notamment d'un écoulement de la plomberie ou d'une infiltration d'eau. L'isolation présente sur les conduits de chauffage et ventilation est parfois endommagée ou absente. Également, nous avons relevé que certains clapets barométriques sont maintenus en position ouverte mécaniquement. Cette situation devra être vérifiée pour assurer le bon fonctionnement des appareils. Nous avons relevé que deux habitations avaient un chauffage d'appoint électrique dans la salle mécanique. Nous n'avons pas relevé d'appareils autres que les installations nécessaires aux systèmes électriques en place (électricité des espaces habitables, disjoncteurs, interrupteur, pompe à eau, volet motorisé, etc.)

5.4. Consommation énergétique

La répartition d'énergie en mazout et en électricité indique des écarts variant de faible à important entre la simulation énergétique et les factures de consommation fournies par l'OMHK. Les écarts de consommation de mazout peuvent être expliqués notamment par les habitudes de consommation (ex : usage de l'eau chaude, température de consigne, ouverture des fenêtres en période de chauffage). Il est possible également que ces écarts soient en partie attribuables aux débits réels de l'entrée d'air frais sur la fournaise qui n'a pu être déterminée exactement.

Les écarts de consommation électriques peuvent également être expliqués par la fréquence d'utilisation des appareils (téléviseurs, console de jeu, radios, petits électro, etc.). Dans certains cas, des appareils de chauffage d'appoint ont été relevés ainsi que des branchements à l'aide de rallonge vers l'extérieur. Toutefois nous ne pouvons conclure que ces situations augmentent de façon importante l'usage électrique réel. Lors de la première phase, nous avons relevé la présence de chauffe-moteurs qui est nécessaire en raison des conditions climatiques de la région.

Dans le cadre de la première phase, en moyenne pour tout type de bâtiment confondu, la consommation électrique estimée annuelle est de 10 885 kWh, tandis que la moyenne de consommation réelle annuelle est de 12 700 kWh, ce qui représente une différence de plus ou moins 17 %.

Dans le cadre de la deuxième phase, pour tout type de bâtiment confondu, la consommation électrique estimée annuelle est de 11 331 kWh, tandis que la moyenne de consommation réelle annuelle est de 14 142 kWh, ce qui représente une différence de plus ou moins 25 %.

5.5. Étanchéité à l'air

Le taux d'étanchéité à l'air des bâtiments s'est avéré moyen. Cependant, pour des habitations récentes, depuis peu rénovées ou neuves, nous considérons que la quantité de fuites devraient être inférieure à ce qui a été mesuré. En effet, près de 40% des habitations comportent des superficies de fuite normalisée au-delà de $2,0 \text{ cm}^2/\text{m}^2$. La majorité des fuites relevées sont dues à des discontinuités du système pare-air principalement situées à la jonction des murs et planchers et murs et plafonds. Bien que des travaux mineurs de scellement puissent réduire la quantité de fuites, les économies substantielles (en mazout) seraient réalisées surtout dans le cadre de rénovation d'envergure. Par « envergure », il s'agit des travaux de scellement sur le système pare-air qui pourraient être apportés à un bâtiment dans le cadre de travaux de remise à niveau importants (rénovations majeures). Nous savons que lors de remise à niveau des bâtiments, des travaux visant l'étanchéité à l'air sont généralement planifiés. Nous proposons ici d'être plus exigeant lors de ce type d'intervention, notamment avec de la formation auprès des intervenants, des devis explicites, un processus de contrôle de qualité in situ, un plan d'action précis, et le tout en s'assurant l'atteinte de l'objectif de 1,5 CAH50 ou une SFN inférieure à $0,7 \text{ cm}^2/\text{m}^2$. Il est à noter que plusieurs habitations ont fait l'objet de travaux de rénovation majeurs dans les dernières années. Il est donc peu probable que des travaux additionnels d'envergure soient réalisés sur ces habitations. La recommandation de travaux d'envergure pourrait toutefois s'appliquer sur des bâtiments dont les travaux sont à venir.

5.6. Ventilation des bâtiments

Il a été relevé que 44 habitations sur 78 (56%) possèdent un système d'échange d'air sans récupération de chaleur qui contribue à des déperditions énergétiques importantes. Ce système sert à renouveler l'air de la maison pour en améliorer la qualité. Dans cette région climatique où la saison froide perdure, ce système a comme avantage de pressuriser le bâtiment et de limiter les infiltrations d'air inconfortables dans le bâtiment. Cependant, bien que ceci augmente le confort des occupants, le fait de pressuriser le bâtiment pousse la vapeur d'eau contenue dans l'air à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment, notamment les murs, les planchers et l'entretoit. Cette condensation favorise alors le développement de moisissure. De plus, un isolant fibreux humidifié perd de sa résistance thermique pendant l'hiver et conséquemment augmente les pertes de chaleur par conduction et les coûts énergétiques. Il a été recommandé pour l'ensemble de ces habitations que le système soit remplacé par un appareil en pression équilibré, soit un échangeur d'air à récupération de chaleur (VRC).

Dans les habitations où il y aura fermeture de l'entrée d'air frais sur la fournaise, il sera nécessaire de s'assurer de la présence d'une entrée d'air comburant, idéalement contrôlée par un volet motorisé qui permettra l'admission d'air au moment de la mise en marche de l'appareil de chauffage. La présence de cette entrée d'air comburant était toutefois présente dans la majorité des salles mécaniques. L'absence d'un tel dispositif favorise le refoulement des gaz de combustion et présente des risques sérieux pour la santé et la sécurité des occupants en introduisant des gaz toxiques dans la maison.

Des VRC sont installés dans 17 des 78 habitations (22%). Dans certains cas, ces derniers nécessitent un d'entretien en profondeur. Lors de la première phase, nous avons relevé que les drains de condensat ne sont pas toujours raccordés adéquatement au réseau de plomberie et que les systèmes étaient parfois non opérationnels. Lors de cette première phase, le fonctionnement inadéquat de ces appareils a d'ailleurs été remarqué par la présence d'un taux d'humidité élevé dans les habitations et la formation de condensation fréquente dans les fenêtres.

Finalement, 7 des 78 habitations (9%) ne comportent aucun système de renouvellement d'air à l'exception des ventilateurs de salle de bain et les hottes de cuisinière. Bien que le renouvellement d'air naturel n'indique pas nécessairement une source de problème critique en ce qui a trait au renouvellement d'air, il est toutefois recommandé de voir à l'installation d'un VRC afin d'assurer une qualité d'air intérieur optimal et réduire le taux d'humidité, lorsque requis.

5.7. Fenêtres ouvertes au deuxième étage

Lors de la première phase, dans quelques maisons visitées, les occupants présents nous ont mentionné que le chauffage n'arrive pas à hausser la température des pièces et que les planchers du rez-de-chaussée sont très froids, alors qu'au deuxième étage, une ou des fenêtres sont laissées ouvertes, car il y fait trop chaud. Le fait d'ouvrir une fenêtre au deuxième étage cause généralement une infiltration d'air au premier étage par effet de cheminée et refroidit ainsi le plancher. Cette façon de faire augmente énormément les coûts de chauffage et ne règle pas le problème de confort. Les systèmes de chauffage devraient être rééquilibrés, ou zonés afin d'avoir une température confortable dans chaque pièce. De plus, il pourrait être envisagé de mettre sur pied un programme de sensibilisation auprès des occupants concernant des bonnes pratiques concernant l'ouverture des fenêtres en période de chauffage.

5.9. Préchauffage de l'air du VRC

Lors de la première phase, nous avons relevé que pour certains VRC, afin d'éviter le gel du noyau de récupération de chaleur, l'air frais en provenance de l'extérieur est préchauffé avant de passer par le noyau. Selon nos observations, l'air introduit dans le noyau est préchauffé à plus de 22°C, ce qui fait que l'air vicié passant par le noyau de récupération est réchauffé avant d'être rejeté à l'extérieur, ce qui rend l'appareil énergétiquement inefficace. Nous avons relevé ce problème dans 3 audits sur 50, cependant, il est fort probable que cette installation se retrouve à plus grande échelle.

Il est possible que la situation ait été modifiée depuis 2014, mais nous avons recommandé à ce moment de réduire, ou de cesser le préchauffage de l'air par cette méthode. Ces VRC lors de ces inspections étaient démunis de tuyaux d'évacuation des condensats, ce qui devait être corrigé avant de cesser le préchauffage de l'air frais extérieur. Cette recommandation est sous toute réserve compte tenu que nous n'avons pas les données à jour des systèmes de ventilation de ces habitations.

5.10. Évaluation du système d'extraction et récupération de la chaleur

Lors de la deuxième phase d'audits, nous avons relevé dans les bâtiments de type J2.4, que la salle mécanique est dotée d'un ventilateur d'extraction en cas de surchauffe de l'air dans cet espace. Cette extraction se fait actuellement directement à l'extérieur et la chaleur de cette extraction n'est pas récupérée. Il pourrait être judicieux de voir la possibilité de récupérer cette chaleur à l'aide d'un échangeur de chaleur, ce qui permettrait de transférer la chaleur, actuellement perdue, dans les espaces habitables, tout en évitant, bien sûr, la contamination de l'air des espaces habitables.

De plus, afin d'augmenter la température de l'air des conduits d'air frais du VRC, il pourrait être judicieux de voir à faire circuler le conduit d'entrée d'air frais par la salle mécanique. Le conduit serait étanche et scellé et aménagé de manière à faire quelques boucles ou aller-retour. Cette mise en œuvre permettrait de réchauffer l'air indirectement à l'intérieur du conduit et augmenterait ainsi la chaleur aux sorties d'air dans les chambres. On utiliserait alors la chaleur de la salle mécanique qui est habituellement rejetée à l'extérieur par le ventilateur inline.

Il est recommandé de faire évaluer la faisabilité d'un tel projet par un ingénieur spécialiste en chauffage et ventilation. Compte tenu que nous ne pouvons chiffrer une telle installation et son développement, cette recommandation n'a pas été incluse dans les économies potentielles au présent rapport.

5.11. Condensation dans l'entretoit

Lors de la première phase d'inspection, la présence de givre et de condensation a été relevée sur plus de la moitié des habitations auditées. Lors de la deuxième phase, la présence de condensation a été relevée dans moins de 20% des habitations. Toutefois, cette condensation était en faible quantité. Cette condensation est causée par des exfiltrations d'air chaud et humide, en partie supérieure du bâtiment aux endroits où il y a discontinuité dans le système pare-air. De plus, la situation est accentuée par la présence du système de renouvellement d'air qui pressurise le bâtiment et pousse l'air vers l'entretoit. La présence de condensation dans l'entretoit favorise le développement fongique. Il est recommandé de procéder à des travaux de scellement dans l'entretoit mais surtout de procéder au remplacement, le cas échéant, du système d'entrée d'air frais par un appareil en pression équilibré, soit un échangeur d'air à récupération de chaleur (VRC).

5.12. Besoins de formation du personnel

La formation de la main-d'œuvre est un élément clé dans la réalisation adéquate des travaux de construction neuve et de rénovation. Il serait d'ailleurs recommandé de voir à former les travailleurs en ce qui concerne la réalisation d'un système pare-air efficace. De plus, dans l'éventualité où une série de rénovation est prévue, des experts pourraient se présenter sur place afin d'évaluer l'étanchéité à l'air des bâtiments en rénovation majeure, et ce, avant de compléter les revêtements extérieurs ou intérieurs.

5.13. Facteurs comportementaux

Les audits ont relevé que des modifications doivent être apportées à la mécanique du bâtiment et à l'étanchéité de l'enveloppe afin de réduire les déperditions thermiques. Cependant, les actions supplémentaires pouvant être prises pour la réduction de la consommation énergétique sont directement liées aux habitudes de vie des occupants.

En effet, l'ouverture des fenêtres en hiver, de possible chauffage d'appoint, la température de consigne du chauffage principal et du chauffage de l'eau, l'utilisation des appareils électroménagers et des appareils électroniques constituent des facteurs qui ne peuvent être modifiés. Nous avons noté, à titre d'exemple, la présence d'appareils (télévision, console de jeu, et radio) en fonction, sans toutefois que les occupants ne soient présents. Il pourrait cependant être possible de voir à mettre sur pied ou poursuivre, le cas échéant, un programme de sensibilisation à cet effet.

Tout dépendamment des stratégies adoptées pour les économies d'énergie, il est à noter toutefois, compte tenu que la source d'énergie principale du chauffage des espaces habitables ainsi que du chauffe-eau est le mazout, les économies peuvent davantage être liées à la consommation du mazout qu'à l'électricité.

6. AUTHENTIFICATION

Mandat réalisé par :

Legaut-Dubois Inc
Experts-Conseils en bâtiment
603 boul. Taschereau, La Prairie, Québec, J5R 1V5
514-286-0550

Ressources techniques attitrées au mandat :

Sara Giasson – Chargée de projet

Signature:



Emmanuel Deblois – Technologue en mécanique du bâtiment

Signature:



Date : 26 avril 2019