

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

LES MUNICIPALITÉS DANS LE SECTEUR ÉNERGÉTIQUE QUÉBÉCOIS :
LE CAS DU CHAUFFAGE URBAIN

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN URBANISME

PAR

PATRICK LACHAPELLE

10 MARS 2015

REMERCIEMENTS

Ce mémoire a été réalisé dans le cadre de la maîtrise en urbanisme offerte à l'Université de Montréal (UdeM). Je tiens à remercier de façon particulière Monsieur Jean-Philippe Meloche, professeur à l'Institut d'urbanisme de l'Université de Montréal et mon directeur de recherche, pour sa rigueur intellectuelle et la pertinence de ses commentaires. Sans lui pour contenir mes ardeurs, mon mémoire aurait probablement abouti à une thèse.

Je tiens aussi grandement à remercier Monsieur Mathieu Gillet, codirecteur de recherche, pour son enthousiasme contagieux, pour avoir cru en mon projet dès ses premiers balbutiements, pour sa connaissance pointue du milieu et pour m'avoir partagé et transmis sa passion envers la maîtrise de l'énergie dans le secteur municipal.

Je souhaite aussi remercier les intervenants des milieux municipal et énergétique qui ont eu la générosité de participer à cette recherche. Leurs opinions et leurs expériences ont été essentielles à ce projet de recherche.

Je ne pourrais passer sous silence la patience et le support indéfectibles de ma conjointe, Annie, qui m'a prêté oreille et donné des conseils tout au long de ce projet de vie. Je remercie également Emrick, mon petit soleil, qui, chaque jour, dès les toutes premières heures de la journée, m'incita à me discipliner et à m'organiser...

Enfin, merci à tous ceux et celles qui liront ce document et qui contribueront à faire avancer le Québec sur la voie du progrès et de la liberté!

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES SIGLES UTILISÉS ET LEUR SIGNIFICATION	viii
RÉSUMÉ	viii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1	3
PROBLÉMATIQUE	3
1.1 À l'ère des grands bouleversements climatiques	3
1.2 Précarité du marché énergétique mondial	5
1.3 Modèle énergétique québécois : entre résilience et vulnérabilité	7
1.3.1 Dépendance hydroélectrique et hydraulité	8
1.3.2 Le Québec, exportateur ou importateur d'électricité?	9
1.3.3 Diversité et efficacité au cœur de la sécurité énergétique nationale?	12
1.3.4 Énergie et nordicité	15
1.3.5 Le Québec en transition?	16
1.4 Défi à l'échelle locale	18
1.5 Réseaux thermiques, chauffage urbain et défis d'implantation	21
1.6 Pertinence sociale de l'étude, la question de recherche et ses objectifs	25
CHAPITRE 2	30
CADRE CONCEPTUEL	30
2.1 Le chauffage urbain et ses réseaux thermiques	30
2.1.1 Qu'entend-on par chauffage urbain ou réseau thermique?	30
2.1.2 L'Économie des réseaux thermiques	35
2.1.3 Réseaux thermiques et environnement	38
2.2 Interventionnisme et intérêt municipal	39
2.3 Compétitivité des réseaux thermiques et de leur énergie produite	42
2.4 Intérêt des municipalités envers les réseaux thermiques	46

2.4.2 Encadrement législatif de la compétence énergétique municipale.....	48
2.4.3 Réseaux thermiques et gestion optimisée du territoire?.....	51
2.4.4 Hypothèses préliminaires.....	53
CHAPITRE 3.....	57
MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE.....	57
3.1 Stratégie générale de recherche.....	57
3.2 Choix des participants à l'étude.....	57
3.3 Critères de sélection.....	58
3.4 Recrutement.....	59
3.5 Portrait des participants.....	60
3.6 Méthode de collecte de données.....	62
3.7 Entrevue semi-dirigée.....	62
3.8 Grille d'entretien.....	63
3.9 Traitement des données.....	64
3.10 Considérations éthiques.....	65
CHAPITRE 4.....	66
PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS.....	66
4.1 Facteurs dissuadant l'implantation de réseaux thermiques au Québec.....	67
4.1.1 Faiblesse des prix de l'énergie québécoise.....	67
4.1.2 La culture Hydro-Québec(oise).....	73
4.1.3 Inertie politique, organisation municipale et complexité.....	84
4.2 Facteurs favorisant la mise en place de réseaux thermiques au Québec.....	99
4.2.1 La densité urbaine ou le volume de la demande énergétique pour un ensemble restreint d'immeubles.....	99
4.2.2 Le potentiel de développement régional dans l'utilisation de ressources locales.....	105
4.2.3 Vision politique et positionnement régional.....	110
CONCLUSION.....	116
BIBLIOGRAPHIE.....	122

ANNEXE I.....	133
Formulaires de consentement.....	133
ANNEXE II	137
Grille d'entretien.....	137

LISTE DES FIGURES

Figure 1 — Comparaison des prévisions d'hydro-québec distribution et de la demande réelle.	9
Figure 2 — Production brute d'électricité par type de producteur (1990-2010).....	10
Figure 3 — Illustration d'un réseau thermique et des possibles sources d'alimentation.....	34
Figure 4 — Emplacement type des réseaux thermiques et proximité avec les autres services urbains.	47
Figure 5 — Indice comparatif des prix de l'électricité, clients résidentiels, 2012	69
Figure 6 — Indice comparatif des prix de l'électricité, clients de grande puissance, 2012	69
Figure 7 — Prix de l'électricité du secteur résidentiel pour divers pays, 2009	70
Figure 8 — Graphique de la consommation d'énergie par forme, au Québec, 2011	74

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 — Production, consommation, exportation d'électricité au Québec, 2012.....	11
Tableau 2 — Réseaux thermiques au Québec, selon l'ACRT.	23
Tableau 3 — Coûts des principaux modes de production d'énergie thermique au Québec (2012).....	44
Tableau 4 — Prix de l'électricité dans quelques grandes villes nord-américaines, 2012.....	68
Tableau 5 — Barrières au développement des mesures d'efficacité énergétique et sources correspondantes	97

LISTE DES SIGLES UTILISÉS ET LEUR SIGNIFICATION

ACRT	Association canadienne de réseaux thermiques
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AEE	Agence de l'efficacité énergétique
CCUM	Climatisation et chauffage urbain de Montréal
CE	Commission européenne
CEEQ	Commission sur les enjeux énergétiques du Québec
CETE Ouest	Centre d'étude technique de l'équipement de l'ouest (de la France)
CU	Chauffage urbain
DD	Développement durable
EIA	Energy Information Agency
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HQ	Hydro-Québec
LAU	Loi sur l'aménagement et l'urbanisme
RT	Réseaux thermiques
UMQ	Union des municipalités du Québec

RÉSUMÉ

Dans un contexte de changements climatiques et de transition énergétique, le Québec semble jouir d'une situation privilégiée, produisant une importante quantité d'hydroélectricité à bon prix. Or, malgré la croyance populaire avérée voulant que l'énergie québécoise soit abondante, propre et peu coûteuse, l'avenir énergétique du Québec est pourtant précaire. D'ici quelques décennies, le Québec devra importer une quantité appréciable d'électricité à un prix plus élevé; les grands gisements hydroélectriques à faibles prix sont tous exploités; et la culture Hydro-Québec(oise) semble freiner le développement d'alternatives énergétiques, laissant peu de place à l'innovation locale qui pourrait notamment provenir des municipalités.

Alors que dans plusieurs pays les municipalités sont reconnues comme étant des acteurs de premier plan dans le secteur énergétique, ici, au Québec, leur rôle dans le système énergétique national demeure somme toute marginal. En tant que principal acteur responsable de l'aménagement du territoire, il semble que les municipalités québécoises peuvent jouer un rôle de premier plan sur la scène énergétique. Ainsi peuvent-elles densifier leur territoire, développer les transports collectifs et actifs, adopter des pratiques énergétiques exemplaires, comme elles peuvent produire leur propre énergie à partir d'éoliennes, d'énergie solaire ou encore de systèmes de chauffage urbain.

Le chauffage urbain et les réseaux thermiques étant moins bien connus et documentés au Québec, la présente étude tente d'expliquer le faible niveau de pénétration des réseaux thermiques dans le paysage énergétique québécois. L'étude tente également de comprendre quels ont été et quels sont les obstacles à son implantation dans le contexte énergétique fort particulier du Québec. Finalement, l'étude cherche à ouvrir la discussion sur les motifs qui pourraient pousser les municipalités québécoises à s'intéresser à ce type de développement énergétique.

En se basant sur une vingtaine d'entrevues réalisées auprès d'acteurs-clés du secteur énergétique et municipal québécois, il ressort que le faible niveau de pénétration des réseaux thermiques dans les municipalités québécoises s'explique en partie par : la faiblesse des prix de l'hydroélectricité; par la prégnance d'une culture Hydro-Québec(oise) confortable et suffisante; ainsi que par des dynamiques organisationnelles et une certaine inertie politique qui limitent l'appropriation de la compétence énergétique au sein des municipalités québécoises.

En contrepartie, il ressort de l'étude que les projets d'implantation de réseaux thermiques ont davantage de chance de se développer dans des contextes où : l'on assiste à des seuils minimaux de densité urbaine ou énergétique; le potentiel de développement d'une filière énergétique coïncide avec le développement de l'économie locale ou régionale; l'on constate la présence d'une vision concertée de la collectivité ou d'un agent mobilisateur dans la communauté locale.

Mots clés : Réseaux thermiques, chauffage urbain, municipalité, urbanisme, changements climatiques, transition énergétique, villes durables, infrastructures durables.

SUMMARY

In a global context of climate change and energy transition, Quebec seems to be privileged, producing a large amount of cheap hydroelectricity. But aside from the established popular belief that Quebec's energy is abundant, clean and inexpensive, Quebec's energy future is still precarious. Within a few decades, Quebec will have to import a significant amount of electricity at a higher price than it actually produces it; the cheap exploitable hydro resources will not only get scarcer if not nonexistent; and the national hydroelectric ``cultural`` heritage even seems to quell the development of alternative energies, letting few space for local innovation coming from municipalities.

While in many countries, municipalities are recognised as key figures in the energy sector, here, in Quebec, their role in the national energy system seems marginal. As main actors responsible for territorial planning, it seems that municipalities could play a more important role on Quebec's energy scene. So they can densify their territory, develop active and collective solutions to transportation issues, they can adopt exemplary energetic habits, they can produce their own energy with wind, solar or even district heating systems.

District heating and heat networks being less well know and documented in Quebec, the present study aims at explaining their low penetration level in the Quebec energy landscape. The study also attempts to understand what are the main hurdles to the implementation of district heating in Quebec's particular energetic context. Finally, the research tries to open a discussion on the motives that could incite municipalities to adopt district heating as an energy alternative.

Based on some twenty interviews with key actors of the energy and municipal sectors, the findings give some indications that the low penetration level of district heating in the Quebec municipalities could explain itself in part by : the low priced hydroelectricity, the presence of a comfortable, sufficient and pervasive Hydro-Quebec(er) culture, and also by organizational dynamic and a certain political inertia which limit the appropriation of an energy competence by local governments.

In turn, the study shows that district heating solutions are more likely to develop in contexts in which : there are minimum urban or energy density levels; the development of district heating coincides with the local or regional economic structure; and where exist a mobilising local leader or local visions from a community in favor of the implementation of alternative energy systems.

Key words : district heating, urban heating, municipality, urban planning, climate change, energy transition, sustainable cities, sustainable infrastructures.

INTRODUCTION

We must model the city of tomorrow on criteria other than the infinite availability of energy and resources. (...) The foundations of the sustainable city lie in very early anticipation, even before facilities are designed, so that the resulting technical values are established there in a sustainable and integrated manner. The urban metamorphosis will be a massive one (...) The city of tomorrow will be networked.

— Gérard Mestrallet,
Président et PDG de Gaz de France (GDF, 2013)

Les changements climatiques et la raréfaction de la principale source d'énergie motrice, le pétrole, semblent interpeler de plus en plus l'ensemble des nations du globe. Alors que plusieurs pays et régions s'activent pour trouver des solutions afin de réduire les émissions de gaz à effets de serre et dénicher des alternatives énergétiques, les problématiques s'accroissent à tous les niveaux, à toutes les échelles.

À la fois moteur de croissance économique (Jacobs, 1985), et à la fois principales consommatrices d'énergie et émettrices de gaz à effets de serre (Droege, 2006; NU, 2012), les villes sont, de par leur forte concentration de population et d'activités productrices, au cœur des préoccupations environnementales et énergétiques du XXI^e siècle (Bulkeley, 2010, Bulkeley et al., 2011 et 2013; Droege, 2006; Marchand, 2012; Cities Alliance, 2007). En outre, l'aménagement du territoire et le choix des infrastructures urbaines ont un impact déterminant sur l'environnement et le niveau de consommation d'énergie (Bastien, 2012; Droege, 2006; NU, 2012; Troy, 2012).

La compétitivité, voire la survivance, de la ville du XXI^e siècle serait liée à cette capacité à joindre les besoins énergétiques grandissants à des pratiques d'aménagement respectueuses de l'environnement physique et naturel des citoyens (Troy, 2012). Principaux foyers de consommation d'énergie, l'avenir des villes est intimement lié à leur capacité à sécuriser d'importantes sources d'énergie et à mieux gérer la production,

la distribution et la consommation de ces énergies (ADEME, 2009; Droege, 2006).

L'autonomie énergétique des villes n'aura jamais été aussi importante qu'au cours du siècle actuel et, en ce sens, les initiatives locales et collectives de productions d'énergies renouvelables prennent une toute autre importance. Ces initiatives locales de production d'énergie semblent ainsi toutes désignées pour permettre aux collectivités locales de sécuriser et de diversifier leur approvisionnement en énergie (Troy, 2012), et de devenir plus attrayantes et compétitives (Droege, 2006; FCM, 2011), et ainsi pouvoir espérer s'épanouir dans le futur (Troy, 2012).

Dans le contexte québécois où une importante proportion de la consommation énergétique résidentielle, commerciale et institutionnelle touche le chauffage des immeubles (RIQ, 2009), il apparaît pertinent de se questionner sur le rôle que pourraient jouer les réseaux thermiques dans l'avenir énergétique du Québec. Certes, ces réseaux thermiques représentent des opportunités, mais ils posent également d'importants défis d'implantation, particulièrement dans le contexte québécois. La présente recherche tente ainsi d'apporter un éclairage sur les opportunités et défis de ces réseaux énergétiques dans le contexte particulier des municipalités québécoises.

Le premier chapitre dresse la table en énumérant certaines grandes problématiques auxquelles le Québec et ses municipalités sont actuellement et seront prochainement confrontées. Les objectifs de la recherche sont présentés à la fin de ce chapitre. Le second chapitre étoffe certains concepts touchant la transition énergétique, les villes et infrastructures dites durables, et clarifie ce que sont les réseaux thermiques. Le troisième chapitre précise l'approche méthodologique qui a été retenue et qui a permis d'obtenir les informations et données qui sont présentées au quatrième chapitre. Dans le cinquième chapitre, une analyse de ces données est présentée, avant de conclure avec un constat du chercheur sur les limites relatives à cette étude et, au final, une ouverture sur de nouvelles perspectives de recherche.

CHAPITRE 1 PROBLÉMATIQUE

Les bouleversements climatiques et la stabilité des approvisionnements énergétiques sont des réalités avec lesquels les gouvernements du globe doivent désormais composer. Plusieurs initiatives visant à la fois une réduction des émissions de gaz à effets de serre et une transition énergétique sont mises en place afin de réduire l’empreinte environnementale des nations. Les collectivités locales et l’aménagement du territoire sont au cœur de ces grands bouleversements. Par le fait même, les municipalités s’avèrent donc impliquées, d’autant plus qu’elles possèdent plusieurs leviers pour intervenir sur ces grandes mutations environnementales et énergétiques.

Le premier chapitre décrira brièvement ces grands bouleversements climatiques auxquels l’humanité pourrait vraisemblablement être confrontée, la disette énergétique qui menace les économies du globe, la relative précarité du modèle énergétique québécois, ainsi que les défis ou les implications de ces problématiques à l’échelle locale. Finalement, la pertinence sociale de l’étude ainsi que ses objectifs seront présentés.

1.1 À l’ère des grands bouleversements climatiques

Selon les Nations Unies (GIEC, 2007, 2013), les changements climatiques représentent l’un des défis planétaires les plus importants du prochain siècle. Parmi les sources des changements climatiques, les gaz à effets de serre de nature anthropiques¹

¹Notons qu’une minorité de scientifique, appelés «climatosceptiques» remettent en question les analyses du GIEC. «Leurs critiques majeures portent sur la quantification du rôle des activités humaines et des facteurs naturels (comme la circulation océanique) dans le réchauffement récent ; la prise en compte de phénomènes mal compris comme le rayonnement cosmique ; et l’ampleur des rétroactions climatiques amplifiant l’impact initial du surplus de gaz à effet de serre, et donc l’ampleur des risques d’évolution future du climat.» (<http://www.planete-energies.com/fr/energie-et-environnement/rechauffement-climatique/les-causes-du-rechauffement-climatique-139.html>).

sont perçus comme étant les principaux responsables du réchauffement climatique. Et les combustibles fossiles, tels le pétrole et le charbon, figurent en tête de liste des sources majeures de pollution atmosphérique (GIEC, 2013). Selon ce même groupe, les prévisions de croissances démographiques et économiques des prochaines années ne feront qu'accentuer ce qui est déjà en cours depuis des décennies (GIEC, 2007).

Qu'ils soient positifs ou négatifs, les impacts des changements climatiques se feront sentir dans tous les secteurs d'activités (agriculture, pêche, énergie, transport, etc.), et à tous les niveaux de la société : gouvernements, entreprises, institutions, collectivités et individus seront touchés de près ou de loin (Droege, 2006; GIEC, 2007). Acteurs de premier plan dans les milieux de vie des citoyens, mais également dans l'environnement économique national et mondial, les municipalités sont à la fois victimes et responsables des changements climatiques. Jugées responsables de près de 75% de toutes les émissions de gaz à effets de serre, surtout dû au secteur des transports, elles sont également aux premières lignes pour, à la fois, subir et gérer les impacts des changements climatiques sur leur territoire (Bastien, 2012; Bulkeley, 2011, 2013; KPMG, 2012; UMQ, 2013).

Selon Droege (2006) et KPMG (2012), les changements climatiques ont déjà et continueront de manière croissante à avoir des impacts physiques importants sur les villes et sur leurs infrastructures énergétiques, d'eau et d'égouts, de transport, et sur l'agriculture, et la qualité générale de l'environnement urbain. S'en suivent des effets économiques sur l'augmentation des prix des services urbains et infrastructures, ce qui influence négativement la mobilité et la qualité de vie de tous les citoyens, surtout des plus vulnérables, notamment en faisant augmenter les coûts de construction et de production des biens meubles et immeubles, en affectant la productivité des entreprises, en faisant diminuer la productivité agricole et en affectant négativement le tourisme (Droege, 2006; KPMG, 2012); tous des secteurs cruciaux pour plusieurs municipalités québécoises. Bien que les opinions divergent quant au moment d'occurrence de ces

impacts réels ou anticipés des changements climatiques, les impératifs du développement durable impliquent que les municipalités repensent dès maintenant l'aménagement et la gestion de leur territoire en fonction de nouveaux défis économiques, politiques, sociaux et environnementaux qui en découlent (Mondstad, 2009).

Chose certaine, les municipalités du Québec ne seront pas exemptées, et de plus en plus, elles en prennent conscience. Dans son livre blanc, l'Union des municipalités du Québec (UMQ) reconnaît et corrobore la littérature sur les impacts pressentis des changements climatiques sur les municipalités québécoises. Le couple énergie-climat est d'ailleurs identifié comme étant une des quatre grandes tendances lourdes qui «ne manqueront pas de façonner l'avenir des municipalités» (UMQ, 2013, p.21) dans les quinze prochaines années. Selon elle, les changements climatiques sont la toile de fond derrière la transition énergétique en cours, et auront des impacts déterminants pour l'avenir des collectivités québécoises (UMQ, 2013).

1.2 Précarité du marché énergétique mondial

Parallèlement aux changements climatiques, se profile un contexte énergétique mondiale emplit d'incertitude quant à l'abondance réelle de l'une de ses principales sources d'énergie fossile, et moteur de l'économie mondiale, le pétrole. En effet, les crises pétrolières de la fin du XXe siècle et du début du XXIe, se combinent aux sombres pronostics sur l'atteinte du pic pétrolier et laissent poindre dans un horizon à plus ou moins long terme l'existence d'une disette énergétique, d'un manque d'énergie pour subvenir aux besoins des sociétés contemporaines (Bréchet, 2007; Mousseau 2009; AIE, 2008).

Les sociétés technologiques d'aujourd'hui et de demain sont par définition énergivores, leur niveau de vie en dépend. Le développement des produits et applications électroniques, la croissance dans les transports, le déploiement des télécommunications, le chauffage et la climatisation, pour n'en nommer que quelques-uns, ne sont possibles qu'à travers un approvisionnement, une production et une distribution croissantes et fiables d'énergie (O'Connor, 2010). En effet, l'énergie affecte tous les aspects de la vie moderne, et selon Freidleifsson (2001), citant le World Energy Council, il existerait une forte corrélation entre la consommation d'énergie *per capita* et la productivité *per capita*, ainsi que l'espérance de vie. Considérant l'importance accordée à un approvisionnement fiable en énergie, même si l'offre mondiale de pétrole demeure abondante aujourd'hui, une réelle incertitude plane devant l'incapacité à répondre à la demande future (Bréchet, 2007).

Nonobstant une sensibilisation des individus et une anticipation de certains chefs d'État quant à l'imminence des prochaines crises pétrolières et environnementales, il n'en demeure pas moins que la consommation d'énergies non renouvelables ne fera probablement que croître dans les prochaines décennies, faute de pouvoir les remplacer assez rapidement et efficacement (AIE, 2008; Bréchet, 2007). Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE) (2008) et Bréchet (2007), la fin du pétrole abordable semble inévitable. Malgré le développement de nouvelles technologies et procédés d'extractions du gaz naturel et du pétrole non conventionnel, et l'inondation relative du marché nord-américain dans les prochaines années, notamment avec des combustibles fossiles relativement peu coûteux (en termes de densité énergétique), mais extrêmement polluants, la transition vers le développement énergétique durable sera incontestablement un des grands défis du XXI^e siècle (Lanoue et Mousseau, 2014; Lefebvre et al., 2010).

Devant les enjeux fiscaux, économiques et politiques que représente cette menace, les décideurs publics de plusieurs états cherchent des alternatives afin de renforcer leur

sécurité énergétique nationale (Mousseau, 2009; O'Connor, 2012). Les économies d'énergie et les énergies renouvelables y sont du nombre : la transition énergétique est entamée.

1.3 Modèle énergétique québécois : entre résilience et vulnérabilité

Dans ce panorama énergétique mondial, le Québec fait plutôt bonne figure. Dans les années 1940 et 1960, la nationalisation de l'hydroélectricité avec la naissance d'Hydro-Québec s'avéra un véritable vecteur des représentations pour les Québécois (Savard, 2013). Cette institution, et son énergie propre, donna un élan vert au Québec qui permet aux Québécois, encore aujourd'hui, de se situer en tête de peloton des nations à faibles émissions de gaz à effets de serre (Mousseau, 2009). L'abondance de l'or bleu a également permis aux Québécois de se draper dans un simulacre d'énergie illimitée (Lanoue et Mousseau, 2014), et son potentiel éolien, solaire et de biomasse vient renforcer l'idée que le Québec possède plus d'un atout pour assurer une transition énergétique en douceur.

Or, malgré la propreté et l'abondance des ressources renouvelables, hydroélectriques en particulier, le Québec fait également face à d'importants défis énergétiques. Les Québécois sont parmi les plus grands consommateurs d'énergie au monde, leurs besoins énergétiques sont croissants et les sources d'approvisionnements hydroélectriques sont de plus en plus limitées et coûteuses (Lanoue et Mousseau, 2014; Québec, 2006). Certains experts annoncent même la fin des développements hydroélectriques à grande échelle (Mousseau, 2009). Malgré son potentiel, le solaire est quasi inexistant dans le portefeuille énergétique des Québécois, et bien que la part de l'éolien croît et que le Québec en possède un impressionnant gisement, elle reste marginale dans l'ensemble et son acceptabilité sociale, constamment remise en question, laisse planer le doute quant à la survie à long terme de cette alternative énergétique (Haley, 2014; Lanoue et Mousseau, 2014). L'hydroélectricité jouit quant à elle d'une popularité historique, mais elle est également de plus en plus remise en

question, notamment avec le développement de barrages hydroélectriques de plus en plus coûteux, et contesté du point de vue environnemental, comme c'est le cas actuellement avec le projet La Romaine (Lanoue et Mousseau, 2014).

1.3.1 Dépendance hydroélectrique et hydraulité

La dépendance à une source unique d'approvisionnement en électricité, l'hydroélectricité en l'occurrence, n'est pas sans risque. Le risque est d'autant plus grand que l'hydroélectricité s'avère colossale dans le portefeuille énergétique québécois. À elle seule, elle correspond à 45% de la consommation énergétique totale du Québec (en 2009) et répond à 94% des besoins électriques des Québécois (Québec, 2006; Mousseau, 2009). Cette relative dépendance à une seule source d'énergie comporte donc certains aléas, particulièrement dans un contexte d'incertitudes sur les impacts réels qu'auront les changements climatiques sur le climat du Québec (Bréchet, 2007; Ouranos, 2012). Par exemple, il semble pertinent de se questionner à savoir si les changements climatiques peuvent affecter négativement l'hydraulité des divers bassins versants alimentant les réservoirs hydroélectriques? Qu'advierait-il en cas de sécheresse ou de diminution de précipitations pendant une ou quelques années?

À ce sujet, un rapport de la Régie de l'Énergie de 2004, éveilla les consciences quant aux niveaux critiques d'hydraulité (quantité d'eau) dans les réservoirs d'Hydro-Québec (Régie, 2004). Réalité pourtant connue depuis 1991, la société d'État aurait toujours voulu garder secret le niveau d'eau de ses barrages pour ne pas nuire à sa position sur le marché concurrentiel de l'électricité (Régie, 2004). Bien que les niveaux d'hydraulité semblent être revenus à la normale depuis quelques années, il n'en demeure pas moins que le risque est toujours présent. De surcroît, la récente Commission sur les enjeux énergétiques du Québec soutient l'idée que le Québec a déjà subi les contrecoups de sa vulnérabilité climatique, alors que « les quelques années de faibles pluies [enregistrées au début des années 2000] (ont) diminuées ses réserves en eau, limitant la capacité d'exportation, voire sa capacité à répondre aux besoins en

électricité des Québécois » (Lanoue et Mousseau, 2014, p.49). Un exercice de prospective ne pourrait écarter la question de l’instabilité de l’hydraulicité des réservoirs, dans un contexte de dépendance à la ressource hydraulique, en faisant ainsi une question d’intérêt pour les autorités publiques québécoises.

1.3.2 Le Québec, exportateur ou importateur d’électricité?

En marge de ce préoccupant constat survient un autre enjeu : l’offre énergétique québécoise ne parviendra bientôt plus à répondre à la demande. Déjà, actuellement, à certaines périodes de l’année, Hydro-Québec se doit d’importer des quantités importantes d’électricité de l’Ontario ou de la Nouvelle-Angleterre, et payer souvent beaucoup plus cher que son propre coût de production (HQ, 2012; Québec, 2006). En outre, il importe de noter que la consommation d’énergie des Québécois croît, lentement mais sûrement, année après année (Lanoue et Mousseau, 2014). Le graphique ci-dessous illustre cette croissance estimée pour le Québec. Bien que la crise économique de 2008 soit venue mettre un frein à l’appétit électrique, la croissance est toujours en cours.

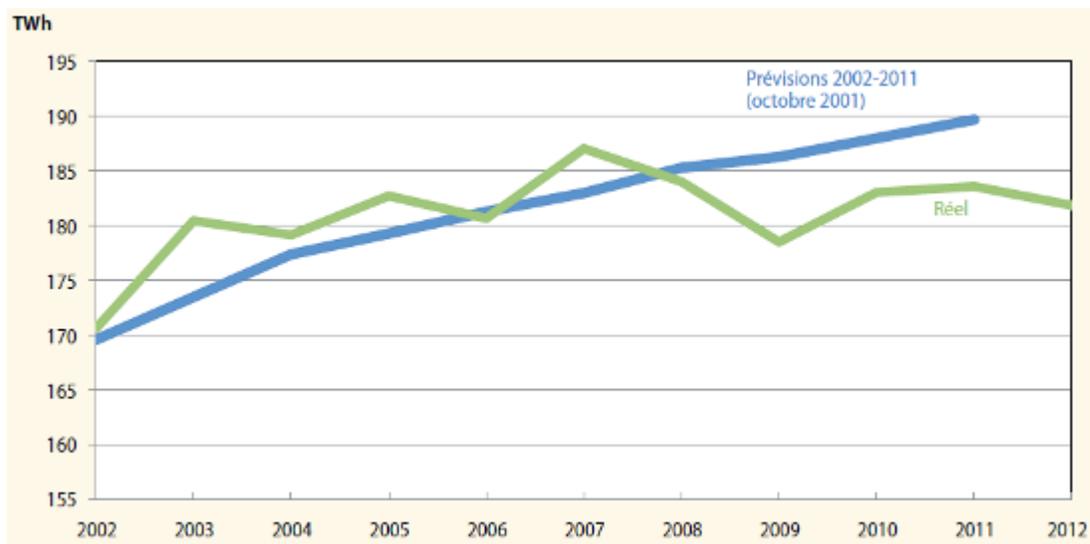


Figure 1— Comparaison des prévisions d’Hydro-Québec Distribution et de la demande réelle
 Source : Mémoire d’Hydro-Québec déposé à la CEEQ, extrait de Lanoue et Mousseau, 2014

L'on note que malgré un léger fléchissement de la demande énergétique depuis la crise économique de 2008, la demande énergétique du Québec est stable, pour ne pas dire croissante. En effet, une éventuelle sortie de crise et le retour de la croissance économique devrait fort probablement venir redresser la courbe de la demande.

L'offre d'électricité, de son côté, progresse également, mais accuse un déficit qui ne semble pas en voie de se résorber à court et moyen termes. Le graphique ci-dessous en faisant foi.

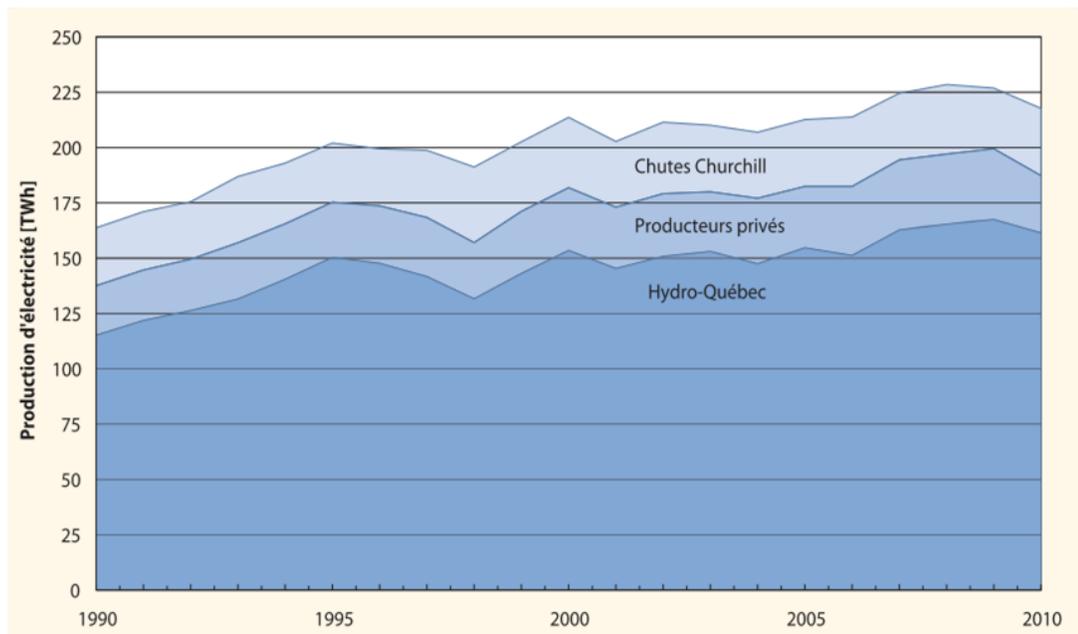


Figure 2— Production brute d'électricité par type de producteur (1990-2010)

Source : Ministère des Ressources naturelles, extrait de Lanoue et Mouseau, 2014

En apparence, le Québec semble jouir d'une certaine marge de manœuvre, or, dans les faits la situation est moins reluisante à plus long terme. À titre indicatif, en 2012, le Québec a produit 232,3 TWh d'énergie alors que l'électricité consommée à l'intérieur des frontières du Québec a été d'environ 186 TWh. Comme l'indique la figure 2,

Hydro-Québec produit une bonne partie de cette énergie, mais achète tout de même une quantité importante d'électricité auprès de producteurs indépendants et en provenance de la centrale de Churchill Falls, au Labrador, le tout sans parler des importations sporadiques qu'Hydro-Québec doit faire dans les périodes de pointes hivernales. Le rapport annuel 2013 d'Hydro-Québec nous rappelle que bien que la société d'État soit propriétaire du tiers des actions de la centrale de Churchill Falls, elle jouit d'un tarif hautement préférentiel qui viendra à échéance en 2041. Dès 2041, une hausse substantielle des prix de l'électricité produite par la centrale de Churchill Falls viendra hausser drastiquement les coûts d'achat d'électricité pour un imposant bloc, aussi substantiel qu'essentiel à la sécurité énergétique du Québec, de plus de 32 TWh par année. La croyance populaire voulant que le Québec soit un grand producteur et exportateur d'énergie n'est finalement pas tout à fait vraie. Dans les faits, certes le Québec produit énormément d'électricité, mais à l'heure actuelle il faut plutôt considérer le Québec comme un importateur net d'énergie. À ce juste titre, les exportations nettes d'électricité d'Hydro-Québec (en 2012) étant de 30,1 TWh, alors que ses importations (en provenance majoritairement de Churchill Falls) est de plus de 32,3 TWh (Lanoue et Mousseau, 2014; HQ, 2013).

Tableau 1- Production, consommation, exportation d'électricité au Québec, 2012

	TWh	TWh
Produite au Québec		200
Hydro-Québec	174	
Producteurs privés	26	
Churchill Falls (importation)		32,3
Exportations nette HQ		30,1
Électricité consommée au Québec⁽¹⁾		186
(1) Consommation finale en tenant compte de pertes de 8% en transport et distribution		

Source : Lanoue et Mousseau, 2014

1.3.3 Diversité et efficacité au cœur de la sécurité énergétique nationale?

Or, pour faire face à cette situation problématique, Hydro-Québec a plusieurs projets d'investissements en cours et projetés, ce qui devrait venir aider à rétablir un équilibre en termes de capacité de productions à moyen et long termes. Notamment, la société d'État prévoit ajouter plus de 3300 MW de puissance à son réseau avec le déploiement d'importants parcs éoliens et de centrales à la biomasse qui devraient entrer en fonction d'ici 2017 (Lanoué et Mousseau, 2014), sur un total de 43 892 MW de puissance actuellement disponible (HQ, 2013)². Le projet de La Romaine, quant à lui, devrait être en fonction dès 2020, ce qui avec ses 1569MW de puissance, aidera certainement à compenser une partie des quelque 5500 MW de puissance que pourrait perdre Hydro-Québec avec la renégociation du contrat de vente d'hydroélectricité de la centrale de Churchill Falls (Lanoué et Mousseau, 2014; HQ, 2014).

Mais la situation énergétique demeurera tout de même précaire pour le Québec, particulièrement après 2041, date de fin du contrat d'approvisionnement et renégociation avec Terre-Neuve-et-Labrador pour la centrale de Churchill Falls. Qu'advient-il si la construction de la ligne de transport électrique sous-marine que Terre-Neuve projette de construire pour relier la Nouvelle-Écosse vient faire bifurquer une quantité appréciable d'électricité de la centrale de Churchill Falls (réduisant le potentiel d'importation d'Hydro-Québec de cette même centrale)? Et qu'advient-il si des travaux de réparation majeurs empêchaient l'utilisation d'un des barrages de la société d'État? Qu'advient-il lorsque certains barrages arriveront à leur fin de vie utile dans les prochaines décennies et que la production de certains bassins devraient être arrêté pendant plusieurs mois ou années? Ou encore, qu'arrivera-t-il si la consommation énergétique des Québécois augmentait considérablement dans les prochaines décennies alors que les nouveaux gisements hydrauliques exploitables à

²La capacité de puissance disponible au Québec, en date du 31 décembre 2012, était de 43 892 MW, dont 35 829 MW sont sous la propriété d'Hydro-Québec, et dont 8063 MW sont achetés par Hydro-Québec à des producteurs privés (incluant les 5428 MW provenant des Chutes Churchill).

prix concurrentiels se font de plus en plus rares? Qu'advierait-il si la tendance à accroître les usages de l'électricité se confirmait dans les prochaines décennies, alors que la demande de l'électricité dans des lieux autrefois peu sollicités, telle que les transports (avec l'arrivée massive des voitures électriques, par exemple), venait hypothéquer une partie non négligeable de la production hydroélectrique, accroissant considérablement la demande en électricité et forçant donc à une production accentuée d'énergie? Et si, en plus, on anticipe une croissance de la demande énergétique industrielle et un accroissement d'environ 50 000 nouveaux logements par année (Québec, 2006), la sécurité énergétique du Québec serait loin d'être assurée par la seule hydroélectricité (Mousseau, 2009).

Hydro-Québec ne pourrait plus en 2041, voire même avant cette date, répondre à la demande interne du Québec, entraînant des pertes de revenus d'exportations et des coûts supplémentaires pour l'importation d'électricité. Ce qui est aujourd'hui tenu pour acquis ne le sera plus, et il semble légitime de se questionner si, dans un avenir prochain, l'approvisionnement en électricité peut être menacé au Québec. Une transition et une diversification des sources d'énergie au Québec pourraient devenir nécessaires (Mousseau, 2009; RIQ, 2009; Saulnier, 2009).

Dans sa stratégie énergétique 2006-2015, le gouvernement du Québec reconnaissait déjà l'importance d'assurer et de renforcer la sécurité énergétique du Québec, notamment en recourant à de nouvelles formes d'énergie, telles que l'éolien, la biomasse, la géothermie ou encore le gaz naturel (Québec, 2006). La centrale nucléaire Gentilly 2 (déclassée en 2012), le projet de centrale thermique du Suroit (abandonné en 2005) et la centrale thermique de TransCanada Énergie (construite en 2005 et arrêté en 2010), et les nombreux parcs éoliens en fonction ou en construction, quoique modestes dans le portefeuille énergétique total du Québec, s'inscrivaient également dans cette optique de diversification et de renforcement de la sécurité énergétique nationale (Fortin, 2004; OC, 2005; Québec, 2006; RIQ, 2009).

En parallèle, la découverte de ressources fossiles, et leur exploitation furent défendues par le gouvernement québécois dans une optique de sécurité énergétique et d'apport potentiel aux finances publiques (Québec, 2006). Malgré les gisements potentiels de gaz de schistes dans la vallée du St-Laurent et de pétrole conventionnel et de shale dans l'estuaire du fleuve et sur l'île d'Anticosti, le Québec ne semble pas encore prêt pour son exploitation à grande échelle (Mousseau, 2009). La société civile et les groupes environnementaux semblent avoir freiné, pour le moment du moins, le développement de ces filières. En outre, bien que l'éolien semblait prometteur, plusieurs critiques notamment quant au développement privé et désordonné de la filière et à ses coûts élevés ont mené à une faible acceptabilité sociale au sein de la population³. Alors que les besoins énergétiques sont aussi présents que pressants, les alternatives semblent limitées.

Parmi ces alternatives, l'efficacité énergétique peut s'avérer une avenue porteuse d'avenir. Selon Sperling et Moller (2012) et Thollander (2010), en plus de dégager des marges d'énergie à réutiliser, l'efficacité énergétique permettrait des gains financiers et de productivités importantes pour les entreprises et l'économie en général, ce qui pourrait être à l'avantage du Québec. Et le Québec a emprunté cette voie depuis quelques années déjà. En fait, plus d'une soixantaine de programmes d'économie d'énergie et d'efficacité énergétique ont été mis de l'avant depuis plusieurs années surtout par l'Agence de l'efficacité énergétique (AEE), Hydro-Québec et Gaz Métro, pour des économies d'énergies se chiffrant à près de deux (2) milliards de dollars depuis 2003 uniquement pour Hydro-Québec⁴. Et ces chiffres ne comptent pas les autres initiatives fédérales, privées et individuelles qui ne sont pas systématiquement comptabilisées dans le portrait énergétique national. Ces mesures visent, par exemple,

³Voir l'imposante bibliographie sur le sujet du Collectif scientifique sur les gaz de schiste : http://collectif-scientifique-gaz-de-schiste.com/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=61#12 (consulté le 13 août 2013), et voir aussi le dossier de Radio-Canada sur les Gaz de schistes et leurs nombreux articles sur le sujet : <http://www.radio-canada.ca/sujet/debat-gaz-de-schiste> (consulté le 13 août 2013)

⁴ Voir la liste complète des programmes sur le site de l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec : <http://www.efficaciteenergetique.mmf.gouv.qc.ca/programmes-et-aides-financieres/>.

à rendre les équipements de production industrielle plus efficaces, à rendre les flottes de véhicules plus économes, ou encore à améliorer l'enveloppe énergétique des bâtiments. L'objectif étant d'optimiser la gestion énergétique, à diminuer les coûts énergétiques et, par le fait même, contribuer à améliorer la compétitivité des organisations, en plus de dégager une certaine quantité d'énergie pour l'utiliser à d'autres fins. Et quoi que ces mesures ont réellement portées leurs fruits d'économies d'énergie pour plusieurs entreprises, institutions et particuliers, plusieurs experts et associations les qualifient de timides, de limités, voire même de non significatives (AIEQ, 2008; AQLPA, 2010; DeCanio, 1998; Mousseau, 2009; RIQ, 2009).

Cela étant dit, même l'efficacité globale de la mise en place de mesures d'efficacité et de sobriété énergétique est mise en doute quant à son impact réel sur la diminution de la consommation énergétique totale des nations. En effet, le postulat de Khazzoom-Brookes ou le paradoxe de Jevons, émis par trois économistes portant ces noms, soutiennent paradoxalement que l'accroissement de l'efficacité énergétique tend à accroître la consommation d'énergie (Alcott, 2005; Rubin, 2007). Selon leurs approches économiques classique et néo-classique, l'énergie économisée servirait ainsi à d'autres usages qui à leur tour aboutiraient à une demande accrue d'énergie. Si ces théories s'avéraient véridiques, le Québec devrait donc inévitablement s'attendre à des croissances de sa demande énergétique, et trouver d'autres solutions pour contrer son manque à gagner entre sa production nationale stagnante et sa demande interne croissante.

1.3.4 Énergie et nordicité

Le Québec doit également composer avec sa réalité nordique qui lui impose un motif additionnel pour vouloir sécuriser son approvisionnement en énergie. Quand l'hiver s'installe, les infrastructures énergétiques revêtent une importance supplémentaire en ce sens qu'une interruption de services de chauffage, par exemple,

outrepasse l'inconfort et peut véritablement représenter une menace pour les habitants (McFarlane et Rutherford, 2008). En outre, le climat nordique représente un défi énergétique particulier puisque le chauffage ambiant des immeubles (résidences, entreprises, institutions) s'avère le plus important secteur d'utilisation finale de l'énergie (*energy end-use*) (Gronkvist et Sandberg, 2004).

Abstraction faite du secteur des transports, au Québec, le chauffage correspond à plus de 55% de la consommation totale d'énergie au niveau résidentiel, commercial et institutionnel, alors que l'eau chaude sanitaire rajoute environ 20% à la demande de chauffage dans le secteur résidentiel (HQ, 2013). Il est d'ailleurs estimé que 77% des ménages québécois utilisent l'électricité comme source principale d'énergie pour le chauffage, et que plus de 90% s'en servent pour produire de l'eau chaude; ce qui correspond à environ 45% de la consommation électrique durant les pointes hivernales (HQ, 2013). Et considérant le système de production et de distribution énergétique québécois, une moindre défaillance dans le réseau électrique peut rapidement devenir un enjeu vital pour d'innombrables foyers, comme ce fut d'ailleurs le cas durant la crise du verglas de 1998 (Lecompte et al., 1998). Les besoins en chauffages sont donc immenses et essentiels, et ils ne cesseront de croître, d'autant plus que des changements démographiques prévus dans les prochaines décennies auront un impact important sur les niveaux de consommation d'énergie et de chaleur, notamment suite à une croissance démographique et au vieillissement de la population (Québec, 2006). En effet, selon Schillings et Simon (2005), plus il y a de personnes, et plus il y a de personnes âgées, plus la consommation d'énergie et la demande en chauffage sont élevées.

1.3.5 Le Québec en transition?

Malgré tout, la situation énergétique du Québec demeure jusqu'à maintenant marquée par l'abondance énergétique, l'omniprésence de la ressource hydroélectrique, et par la faiblesse des prix de l'électricité. Les bas prix de l'énergie au Québec font que

le Québec se place en tête de peloton des régions où l'électricité est la moins chère au monde (EIA, 2014; Eurostat, 2014; HQ, 2014; Pineau, 2010). La faiblesse des prix de l'électricité au Québec n'a cependant pas que des avantages, et il y a bel et bien un coût indirect à assumer. En effet, une abondante littérature sur le sujet argumente que les bas prix de l'énergie sont des freins, des obstacles à l'innovation dans les nouvelles technologies et procédés énergétiques, et dissuadent la mise en place de mesure d'efficacité et d'optimisation énergétiques et, conséquemment, n'encouragent pas une remise en question ou une réflexion profonde sur les manières de faire (AIEQ, 2008; Brown, 2001; Cagno et al., 2013; Chai et Yeo., 2012; Haley, 2014; Reddy, 1991; Tuominen et al. 2012). L'hydroélectricité a jusqu'à maintenant été abondante, les prix de l'électricité sont parmi les plus faibles en Amérique (voire même au monde), sans omettre que les médias rappellent constamment que, depuis 2008, le Québec est dans une situation de surplus d'hydroélectricité. Dans un tel contexte, l'innovation et l'efficacité énergétique sont des plus difficiles à envisager, bien que non impossibles.

Dans ce contexte particulier, et malgré les surplus actuels et la faiblesse de ses prix, le Québec semble aujourd'hui à la croisée des chemins. Selon Mousseau (2009), son avenir énergétique, voire même économique, en dépendrait. Selon plusieurs, tout porte à croire qu'à plus ou moins long terme les prix des carburants fossiles vont continuer de croître, les besoins en électricité seront croissants, alors même que les ressources hydrauliques actuelles du Québec ne suffiront plus (Lanoue et Mousseau, 2014; Mousseau, 2009). En conséquence, s'il est vrai que sa sécurité énergétique est menacée, il est à se questionner si le Québec doit continuer dans la voie de la diversification de ses approvisionnements énergétiques. La transition énergétique, dans laquelle s'insère les préceptes de la sécurité énergétique, a donc des ramifications même au Québec. S'il est nécessaire de la faire, cette transition se devra d'être mise de l'avant à tous les niveaux de la société, et peut-être même surtout à l'échelle locale où les gains énergétiques, et la réduction des impacts environnementaux peuvent être considérables, voire les plus importants (Droege, 2006; Mousseau, 2009).

1.4 Défi à l'échelle locale

À l'échelle locale, les municipalités sont des acteurs incontournables de l'aménagement du territoire. Leurs responsabilités touchent une panoplie d'éléments des milieux physique et naturel, tels que la densification, le verdissement, la gestion du ruissellement des eaux; les infrastructures et les réseaux urbains, tels que la voirie, les transports collectifs, les centrales et les réseaux d'énergie; pour ne nommer qu'eux. Tous ces éléments sont centraux dans l'atteinte d'objectifs de réduction de notre dépendance aux énergies fossiles et de diminution en amont de la consommation d'énergie. Comment donc réconcilier aménagement du territoire et environnement? Il apparaît que les collectivités locales sont parmi les principales concernées par les changements à mettre en place (Droege, 2006; Troy, 2012).

La dégradation de l'environnement, les perturbations climatiques et le régime énergétique actuel ont des impacts certains sur les collectivités. Les combustibles fossiles, par exemple, seraient responsables de la dégradation de la qualité générale de l'air, et s'avère une source fréquente de pollution des nappes phréatiques, des océans, et des sols, amenant son lot de nuisances affectant la qualité des milieux urbains et ruraux (Boyd, 2006; Droege, 2006; Hamilton, 2000; Bouchard et Smargiassi, 2007).

Il semble donc normal que les municipalités s'intéressent à ces défis et cherchent à se responsabiliser, voire même à catalyser un certain changement dans les habitudes de consommation d'énergie. Dans son tout récent mémoire soumis à la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec, l'Union des Municipalités du Québec (UMQ) (2013) précise de manière éloquentes ces intérêts multiples de la part des municipalités envers les questions environnementales et énergétiques :

Pour répondre [aux enjeux environnementaux et économiques de l'énergie] localement, les municipalités disposent de différents leviers. D'abord, elles sont des organisations qui consomment de l'énergie pour faire fonctionner leurs équipements, leurs flottes de véhicules, etc. Elles assument un coût lié à la

disponibilité de l'énergie et s'intéressent donc aux tarifs et prix en vigueur, ainsi qu'aux conditions de service liant les distributeurs réglementés et leur clientèle. Ensuite, les municipalités sont des gestionnaires de l'espace public, qu'elles possèdent et partagent avec les entreprises de distribution d'énergie et pour lequel elles ont la responsabilité de coordonner les différentes initiatives. Aussi, les développements énergétiques sont, au Québec, des leviers importants de croissance économique dans certaines régions, et les municipalités sont souvent associées à leur développement et à leur acceptabilité sociale. Enfin, les municipalités ont une responsabilité évidente en matière d'aménagement du territoire; les règles d'urbanisme influencent de façon certaine le niveau de consommation d'énergie de la société québécoise (p.4).

De plus en plus de municipalités s'engagent ainsi sur la voie du développement durable, suivant le chemin de la ville durable, également appelée la ville postcarbone, mais un certain nombre de contraintes perdurent, notamment quant aux défis d'aménagement, de la sensibilisation aux enjeux environnementaux et énergétiques, mais aussi en termes de gouvernance et de vision de développement des collectivités (Bulkeley, 2011).

Les changements climatiques auront des impacts bien réels sur les collectivités québécoises. Dans son Livre blanc municipal, publié en 2013, l'UMQ reconnaît les défis environnementaux et climatiques qui ne manqueront d'affecter les municipalités québécoises :

Les changements climatiques (...) sont bien réels et ils se font d'abord sentir sur les villes et les collectivités. L'amplification de la variabilité du climat sollicite les efforts des municipalités (sécurité civile, plan d'urgence, aménagement) pour gérer des épisodes ou des événements (chaleur accablante, inondations) dont la fréquence de survenue sera croissante. Alors que certains phénomènes restent localisés (érosion des berges, smog), d'autres sont plus généralisés. Il s'y ajoute des enjeux de santé publique. Les émissions de gaz détériorent la qualité de l'air et le réchauffement provoque une augmentation de l'activité biologique susceptible de provoquer des infections de toutes sortes. Les municipalités doivent tenir compte de ces phénomènes dans leurs stratégies d'aménagement. Elles vont tenter d'en atténuer les conséquences et les coûts (p.24).

Toujours dans son Livre blanc, l'UMQ (2013) reconnaît également qu'à ces problématiques environnementales et climatiques, se greffe une «transition du modèle énergétique» (p.23). C'est ce que l'association appelle le «couple climat-énergie» (p.23), et qu'elle identifie comme étant un des plus importants défis pour les municipalités québécoises. Elle croit ainsi que :

le couple climat-énergie n'a jamais paru aussi lié et au cœur d'une transition historique qui atteint la planète entière. Tout le modèle énergétique est remis en question pour des raisons à la fois environnementales et économiques (...) On se retrouve donc dans un contexte instable, une époque de transition (p.23).

L'UMQ (2013) identifie ainsi les outils d'aménagement du territoire, combinés à d'autres actions ou comportements individuels et corporatifs, notamment en transport, comme étant au centre des stratégies pour affronter les changements climatiques et la transition énergétique.

Ensuite, il semble qu'au-delà du discours politique il y a un important problème de sensibilisation des dirigeants municipaux et de leurs concitoyens aux questions environnementales et énergétiques. Ce défi de sensibilité des citoyens et des élus locaux n'est pas unique au Québec. Hamman (2012) reconnaît également la présence de cette question un peu partout dans le monde. À cet effet il mentionne que :

si le développement durable constitue une préoccupation de l'opinion publique, les dispositions à agir concrètement sont bien moins répandues (...). La sensibilité au développement durable repose en partie sur des catastrophes et des risques majeurs : les explosions de Tchernobyl et de Fukushima pour les risques technologiques, le tsunami de décembre 2004 en Asie pour les dérégulations climatiques, etc. (p.42).

Conséquemment, bien que tous les Québécois semblent être pour la vertu qu'est le développement durable (DD), tous ne semblent pas prêts à en payer le prix véritable, dès maintenant. Les municipalités semblent donc répondre à cette même logique, et l'intégration de considérations environnementales dans les documents d'urbanisme,

dans les politiques et les règlements municipaux ne vont pas encore de soi pour plusieurs municipalités québécoises. Comme le mentionne Hamman (2012), « leur intégration dans les politiques territoriales en DD n'a rien de naturel » (p.43). Mais certaines le font de manière plutôt naturelle, et ce, souvent pour des motifs de différenciation, de compétitivité locale et d'attraction d'entreprises et de populations.

L'UMQ (2013) mentionne que « la vitalité sociale et la compétitivité économique des municipalités seront grandement tributaires de leur capacité d'attirer et de retenir de nouvelles populations(...) » (p.27) et des entreprises. Dans un contexte économique globalisé, les municipalités désirent donc naturellement être plus attrayantes, et ce, autant pour les résidents que les entreprises. Au Québec, plusieurs municipalités exhibent une image verte et durable. Utilisant la bonne presse conférée par le développement durable, ces villes cherchent à mettre de l'avant leur côté innovateur et à l'avant-garde. C'est le cas des villes comme Victoriaville, Sherbrooke, voire même des banlieues comme Blainville, Terrebonne ou Chateauguay qui, pour ne nommer qu'elles, misent sur le développement d'écoquartiers résidentiels (respectivement dénommés Chambéry, Urbanova et Chateauguay), voire même d'écoparcs industriels (telle que ceux de Victoriaville, de l'Assomption ou encore de St-Bruno) pour redorer leur image et être plus attrayante pour de futurs citoyens ou entreprises. Or, la création de telles entités territoriales durables nécessite des investissements massifs en infrastructures durables (FCM, 2001). Et les réseaux thermiques font souvent partie de ces infrastructures.

1.5 Réseaux thermiques, chauffage urbain et défis d'implantation

Il existe de nombreux projets envisageables en termes de projet de développement urbain durable. Parmi ceux-ci figure la production locale d'énergie renouvelable, plus spécifiquement le chauffage urbain et les réseaux thermiques, lorsque ceux-ci sont alimentés par des sources énergétiques renouvelables, tels que la géothermie, le solaire

thermique ou encore la biomasse. En effet, les municipalités peuvent se sentir concernées par l'aménagement des infrastructures de chauffage urbain, appelées réseaux thermiques, en ce sens que leur implantation et leur déploiement, peu importe qu'ils soient sous contrôle public ou privé, auront d'une manière ou d'une autre des impacts sur leurs pratiques d'aménagement et sur le développement des services et infrastructures municipales.

L'implantation et le développement de ce secteur énergétique posent cependant un certain nombre de défis, et ce, autant à l'échelle locale que nationale. L'étude de l'Association canadienne des réseaux thermiques (ACRT, 2011) est, à cet effet, révélatrice. L'ACRT (2011) évoque parmi les principaux défis d'implantation des réseaux thermiques au Canada et au Québec : 1) une méconnaissance généralisée des réseaux thermiques; 2) des facteurs politiques et réglementaires locaux; 3) des contextes légaux et institutionnels; 4) des attitudes culturelles; 5) l'expertise locale; 6) les ressources humaines et financières locales; 7) les conditions économiques; 8) la propriété des services d'utilité publique; 9) les conditions environnementales, et; 10) la densité et l'intensité de l'occupation du territoire. Plus spécifique au Québec, elle mentionne que la présence au Québec d'un marché hydroélectrique fort et compétitif se répercute comme étant un facteur dissuasif sur les investissements dans les autres formes d'énergies renouvelables, dont notamment le développement des réseaux thermiques.

En ce sens, eu égard aux systèmes européens, les systèmes thermiques québécois sont très peu développés. Une étude réalisée par l'association canadienne des réseaux thermiques (ACRT, 2009) permet de constater que le Québec tire de l'arrière dans le déploiement de ces alternatives de production et de distribution énergétiques. Selon l'ACRT, le Québec compterait actuellement sept (7) réseaux thermiques, auxquels on devrait toutefois rajouter des dizaines de projets de récupération et de partage de chaleur en fonction et/ou en cours de développement, ainsi qu'une dizaine de projets

de centrales fonctionnant à la biomasse forestière éparpillée un peu partout au Québec (Amqui, Chapais, Bromptonville, Senneterre, Dolbeau, St-Félicien, etc.).

Tableau 2 - Réseaux thermiques au Québec, selon l'ACRT.

Opérateur	Ville
Centre hospitalier Robert-Giffard	Beauport
Transcanada Québec Inc.⁵	Bécancour
Défense nationale	Courcelette
Hôpital General Juif SMBD	Montréal
Université de Montréal	Montréal
Ouje-Bougoumou	Ouje-Bougoumou
CCUM	Montréal

Source : Adaptation de ACRT, 2009

Bien que des données précises sur la puissance installée au Québec d'énergies produites à partir des systèmes de chauffage urbain et de réseaux thermiques ne soient pas disponibles, il ressort que sur l'ensemble de la capacité de production (et des besoins de consommation) des Québécois, la part du chauffage urbain semble modeste, pour ne pas dire minime. À titre indicatif, en termes de puissance, le plus important réseau québécois est celui de Climatisation et Chauffage urbains de Montréal (CCUM). Il dessert une vingtaine des plus grands édifices du centre-ville de Montréal qui sont tous alimentés par l'énergie thermique, et certains par la climatisation, produite à partir de gaz naturel qui circulent dans plus de 4 kilomètres (km) de tuyaux souterrains. Il possède une capacité de 145 MW de chauffage, et 10 MW de climatisation, et chauffe une superficie totale de 1,8 million de pieds carrés de surface (soit l'équivalent d'un village de 30 000 habitants), lui permettant de se classer au deuxième rang des plus importants réseaux thermique au Canada. Malgré tout, il ne représente que 0,3% de la puissance totale disponible au Québec (de 43 892 MW), une bien modeste part. Il

⁵Notons que la centrale de cogénération de Transcanada Québec Inc. figurant au tableau de l'ACRT n'est plus en opération (production suspendue par Hydro-Québec) depuis 2008.

importe de spécifier que les autres réseaux en place sont, pour la grande majorité, des systèmes hérités du milieu du XXe siècle, appartenant à des organisations privées, en boucle fermée, ne connectant que les bâtiments de l'entité privée et n'étant pas relié à d'autres bâtiments résidentiels ou commerciaux, et de dimensions et capacité de puissance considérablement plus faibles que le CCUM. Leur importance relative est donc négligeable dans le profil énergétique québécois.

L'ACRT affirme également que bien que l'énergie produite à partir des réseaux de chaleur puisse l'être à prix très compétitif, il n'en demeure pas moins que des investissements importants, quasi prohibitifs, doivent être faits en amont, nécessitant souvent une intervention gouvernementale quelconque (subventions, exemptions fiscales, etc.) pour supporter son implantation et son déploiement, et concurrencer les faibles prix de l'abondante hydroélectricité québécoise. L'ACRT reconnaît toutefois que les récentes opportunités d'exportation de la biomasse produite par certains acteurs forestiers québécois agissent également comme un incitatif au développement de la filière dans plusieurs municipalités québécoises (ACRT, 2011). L'accessibilité de la ressource et l'émergence d'une expertise québécoise dans la biomasse contribueraient ainsi à faire connaître et rendre accessible cette alternative énergétique aux municipalités et aux entreprises.

Cela étant dit, vu les coûts initiaux prohibitifs, ces réseaux thermiques sont souvent opérés par d'imposants opérateurs publics ou privés (Cariou et al., 2011; OPA, 2010). La question de la gouvernance de ces modes de production énergétique se pose alors et permet d'ouvrir sur d'innombrables questions relatives à l'implantation de ces réseaux thermiques dans le contexte québécois, et ce, particulièrement à l'échelle locale, alors que la situation financière des municipalités québécoises est jugée critique par plusieurs acteurs du milieu municipal (UMQ, 2013). Dans un tel contexte, la question se pose à savoir si en termes de gouvernance le secteur privé devrait être impliqué, voire être le maître d'oeuvre dans le développement de ce secteur énergétique?

Nonobstant le mode de développement ou de gestion publique ou privée de cette solution énergétique, si les réseaux thermiques devaient accroître leur importance dans le paysage énergétique québécois, les municipalités seraient inéluctablement impactées et devraient s'impliquer d'une manière ou d'une autre dans leur implantation. Selon l'Ontario Power Authority (OPA), les municipalités seraient ainsi appelées à jouer un rôle central dans le développement des réseaux thermiques dû à leurs fonctions d'aménagement du territoire.

Le développement sur le long terme d'une infrastructure [de chauffage urbain] étendue sur le territoire ne peut fonctionner que s'il est planifié et que cette planification est intégrée à une vision plus large des évolutions du territoire. Il existe ainsi des liens très forts entre le développement des réseaux de chaleur sur un territoire donné, et les politiques d'urbanisme définies sur ce même territoire (OPA, 2010, p.8).

En somme, on peut croire que de miser sur la production locale d'énergie renouvelable, telle que le chauffage urbain le permet, permettrait aux villes de faire face aux défis climatiques et énergétiques en joignant les principes de la ville durable, et en jouissant des potentialités offertes par les infrastructures durables. Or, comment s'initierait un tel projet dans une collectivité locale? Comment est-ce que les municipalités pourraient être impliquées et impactées par le développement de ces projets de développement et service énergétique? Et dans le contexte québécois, quelles sont les opportunités et limites de la production locale d'énergie par le biais du chauffage urbain?

1.6 Pertinence sociale de l'étude, la question de recherche et ses objectifs

La reconnaissance par le gouvernement québécois de la contribution des municipalités dans l'atteinte des objectifs énergétiques du Québec n'est pas récente. Déjà en 1984, en réponse à la crise énergétique qui sévissait, le gouvernement du

Québec, via son Ministère de l'Énergie et des Ressources, a produit un « livre-conseil à l'intention des architectes, urbanistes, constructeurs et administrateurs municipaux », intitulé *Urbanisme et économie d'énergie* (Québec, 1984). Dans ce document, le gouvernement souligne que « la crise de l'énergie a résulté en une prise de conscience, par nos sociétés, de l'épuisement graduel, mais inévitable des énergies à bon marché. (...) Il faut donc diversifier nos sources, s'orienter vers l'autosuffisance et les énergies renouvelables et diminuer dans tous les secteurs notre niveau actuel de consommation» (p.13), et juge les municipalités incontournables pour atteindre ces objectifs (Québec, 1984). Ce document décrit même la pertinence des réseaux de chaleur pour l'atteinte des objectifs énergétiques du Québec.

Aujourd'hui encore, la récente Commission sur les enjeux énergétiques du Québec, tenue en 2013, recommande de nouveau dans son rapport que le Québec diversifie ses sources d'approvisionnement en énergie, elle identifie l'aménagement du territoire et les municipalités comme un acteur de premier plan, et reconnaît l'efficacité des «réseaux de chaleur» et leur pertinence dans le cocktail de solutions énergétiques à la disposition du Québec (Lanoue et Mousseau, 2014).

L'installation à grande échelle d'un réseau de chaleur qui distribue le chauffage dans les bâtiments est économique et efficace, car elle permet d'atteindre des performances très intéressantes en matière d'efficacité énergétique et de contrôle de la qualité de l'air. Un réseau de chaleur pourrait privilégier comme source d'énergie la biomasse (résidus forestiers ou agricoles, et matières résiduelles organiques en milieu urbain), ou encore la chaleur fatale relâchée par les industries. La mise en place de tels réseaux de chaleur exige [toutefois] une bonne planification urbaine (idem, p.115).

Rocher (2013) renchérit en affirmant que « les villes ayant un niveau de responsabilité élevé quant aux émissions de gaz à effet de serre et à la consommation énergétique, ainsi qu'un niveau de vulnérabilité importante face aux effets du réchauffement, de fortes attentes sont placées dans les aménageurs appelés à fournir des solutions pour la production de villes *low carbon* (Davoudi et al., 2009) » (p.3).

Les urbanistes et les aménagistes doivent donc, de plus en plus, tenir compte de ces réalités énergétiques et environnementales dans leur pratique (Trépanier, 2012), et le chauffage urbain pourrait être un outil à disposition.

Il s'avère donc que le développement de ces réseaux thermiques ne serait donc pas sans fondements ni conséquences sur le profil énergétique du Québec. Le gouvernement du Québec a d'ailleurs exprimé plus d'une fois son intérêt envers le développement de cette filière, dont dernièrement en renouvelant et accroissant à 300 MW la quantité de puissance visée par le programme d'achat d'électricité provenant de centrales de cogénération à base de biomasse forestière (PAE 2011-01) (HQ, 2014).

Il demeure tout de même pertinent de poser la question pourquoi est-ce que ces réseaux thermiques demeurent sommes toutes si peu développés au Québec? Cette question sera centrale dans la démarche du chercheur. Elle amènera le chercheur à se questionner sur diverses facettes se rattachant à l'implantation des réseaux thermiques dans le contexte énergétique du Québec. Ainsi, le chercheur entama sa réflexion en se questionnant à savoir comment se fait-il que les réseaux thermiques peinent à s'implanter au Québec, alors qu'ailleurs, ce secteur énergétique est relativement répandu depuis des décennies (Connely et al., 2013)? Est-ce que l'abondance de l'hydroélectricité peut en être jugée responsable? Est-ce qu'il y a des défis d'aménagement du territoire et de gouvernance rattachés à l'implantation de ces réseaux thermiques? À quelle échelle et quel(s) acteur(s) seraient les mieux positionner pour implanter ces réseaux thermiques, les promouvoir et les développer dans le contexte québécois?

Le chauffage urbain et les réseaux thermiques ont une couverture très marginale dans la littérature scientifique mondiale. En effet, Rocher (2013) évoque que ces réseaux urbains ont été peu étudiés dans le passé, alors qu'ils semblent toutefois y avoir un regain d'intérêt récemment par le milieu scientifique, faisant l'objet de plusieurs

travaux récents, notamment en Grande-Bretagne et en Suède. Au Québec, la littérature semble inexistante. En fait, aucune étude spécifiquement dédiée aux réseaux thermiques et à leur implantation sur le territoire du Québec n'a été trouvée. Et pourtant, il semble que l'implantation des réseaux thermiques, dans le contexte nordique du Québec, recèle un potentiel intéressant, et ce, autant en matière de sécurité énergétique du Québec qu'en matière de développement local et municipal. À ce sujet, Rocher (2013) mentionne que : « la distribution de chaleur (et de froid) questionne plus largement le lien entre urbanisme et énergie, les considérations énergétiques étant parfois considérés comme un impensé de la planification urbaine (Pierce, 1995; Souami, 2007) » (p.2).

Le présent travail de recherche propose donc d'explorer la pertinence du développement des réseaux thermiques à l'échelle locale. Plus spécifique au contexte québécois, la recherche examine pourquoi les réseaux thermiques sont peu implantés au Québec, et tente de voir quelles seraient les implications de leur implantation dans les municipalités québécoises. Pour ce faire, la recherche exploratoire se réfère au point de vue de certains acteurs-clés qui, de par leur témoignage, permettent d'atteindre les objectifs de recherches suivants :

1. Expliquer le faible niveau de pénétration des systèmes de chauffage urbain et de réseaux thermiques au Québec;
2. Explorer les opportunités et défis du développement du chauffage urbain et de réseaux thermiques dans les municipalités du Québec.

Cette recherche explore les points de vue d'acteurs-clés sur les causes de la relative absence des réseaux thermiques dans le portefeuille énergétique québécois et sur les opportunités et les défis potentiels que cela représente pour les municipalités dans le

contexte québécois. Les résultats obtenus devraient permettre d'éclairer les décideurs municipaux quant à l'opportunité de développement de la filière dans leur municipalité.

CHAPITRE 2 CADRE CONCEPTUEL

Le chauffage urbain et les réseaux thermiques sont une solution énergétique parmi d'autres. Le présent chapitre tente d'explicitier les tenants et aboutissants des réseaux thermiques, de ses avantages et inconvénients, ainsi que de ses implications sur l'aménagement du territoire et sur les municipalités québécoises.

2.1 Le chauffage urbain et ses réseaux thermiques

Le chauffage urbain et les réseaux thermiques sont reconnus comme faisant partie des solutions de production d'énergie à fort potentiel environnemental pour les collectivités (ACRT, 2009, 2012; Chérix, 2010; Connelly et al., 2013; Ericsson, 2009; Gronkvist et Sandberg, 2004; Iken, 2010; LeTruong et Gustavsson, 2014; Lund et al., 2010; OPA, 2010; Rezaie et Rosen, 2012; Sperling et Moller, 2012). Rocher (2013) continue en affirmant que « les services de chauffage urbain attirent l'attention (...) parce qu'elles apparaissent comme des vecteurs de transition énergétique [notamment en permettant une] diversification des sources d'énergie » (p.2). Ces réseaux souterrains de distribution de chaleur et de climatisation sont très répandus dans plusieurs pays d'Europe, en Scandinavie notamment (Ericsson, 2009), et ils gagnent en importance partout sur la planète. Les États-Unis et l'Europe les identifient d'ailleurs comme faisant partie de la solution énergétique du futur (Iken, 2010).

2.1.1 Qu'entend-on par chauffage urbain ou réseau thermique?

L'on retrouve dans la littérature une multitude de termes pour définir le chauffage urbain, utilisant les expressions réseau de chaleur et de froid, réseaux thermiques, chauffage collectif ou communautaire, ou encore *district heating*. Tous ces termes se

réfèrent au même type d'infrastructure urbaine, soit des réseaux, la plupart du temps souterrains, captant, produisant ou redistribuant de la chaleur ou de la climatisation entre une série d'immeubles. Alors que l'expression chauffage urbain est davantage utilisée pour se référer au service ou au processus de production de chaleur (ou de climatisation), l'expression réseau thermique fait davantage référence à l'infrastructure sous-jacente au chauffage urbain (Cerema, 2010). Or, comme dans la plupart de la littérature consultée, dans le cadre du présent ouvrage, les termes « chauffage urbain » et « réseaux thermiques » seront utilisés comme étant des synonymes. À ce titre, le chauffage urbain ou les réseaux thermiques sont définis par l'ADEME (2009) de la façon suivante :

On appelle réseau de chaleur ou chauffage urbain un ensemble d'installations qui produisent et distribuent de la chaleur à plusieurs bâtiments pour le chauffage et/ou l'eau chaude sanitaire. Le réseau de chaleur est constitué d'un réseau primaire de canalisations, empruntant le domaine public ou privé, transportant de la chaleur qui alimente des postes de livraison installés dans les immeubles des utilisateurs. Sur les mêmes principes, il existe des réseaux distribuant du froid, transporté sous forme d'eau glacée et destiné à la climatisation de locaux (p.6).

Rezaie et Rosen (2012) rappellent qu'il existe plus d'une « classification » possible pour définir les réseaux thermiques, et leur articulation avec leur milieu d'insertion. Certains les classifient donc en fonction du type d'énergie qui est utilisée. Certains sont alimentés par des sources d'énergie fossile comme, par exemple, le mazout et le gaz naturel, alors que de nombreux autres trouvent leur énergie dans des sources d'énergies renouvelables, telles que la biomasse, le solaire thermique, la géothermie, ou la récupération de chaleur fatale (soit par cogénération ou par recyclage des rejets thermiques de certaines industries, par exemple).

Une autre classification possible selon Rezaie et Rosen (2012) est fonction de la densité des besoins énergétiques des utilisateurs finaux de la chaleur ou de la climatisation. Il cite ainsi que l'alimentation, l'architecture, les équipements et les connexions aux réseaux seront donc différents qu'il s'agit de réseaux pour desservir: 1)

une zone urbaine densément peuplée; 2) un pôle («cluster») d'édifices de haute densité (par exemple, un campus universitaire, des tours d'habitations; 3) un complexe industriel; 4) une zone résidentielle de faible densité.

Ces classifications rappellent ainsi la diversité de milieux d'insertion possibles des réseaux thermiques. Or, en règle générale, les réseaux thermiques semblent être davantage installés dans des milieux à plus forte densité. Parmi les explications possibles, la littérature fait état, notamment, du volume de consommateurs potentiels ou la densité de consommation énergétique qui permettent d'amortir plus rapidement les coûts d'infrastructures, mais aussi d'une plus grande efficacité (moins de pertes) (Rezaie et Rosen, 2012). Il s'agit essentiellement du principe des économies d'échelle réalisables.

Cela étant dit, l'implantation de réseaux thermiques en milieu de plus faible densité est également possible, à condition que certaines conditions soient remplies. En ce sens, Reihav et Werner (2008) argumentent que lorsque les coûts du système de distribution locale, ainsi que les coûts marginaux de production d'énergie (chaleur et climatisation), sont faibles, il est tout à fait plausible que les réseaux thermiques puissent être viables. Ces mêmes auteurs, citant l'exemple suédois avec ses nombreux réseaux thermiques viables en région de faible densité, rajoutent toutefois que le régime de taxation sur les dioxydes de carbone joue probablement un rôle important dans le développement de cette solution énergétique.

Pour bien comprendre l'économie des réseaux thermiques (sur laquelle nous reviendrons ultérieurement), et pour bien évaluer les possibilités d'implantation dans le milieu, Rezaie et Rosen (2012) expliquent les trois grands sous-systèmes (*subsystems*) qui composent le chauffage urbain. Premièrement, il y a la centrale de production d'énergie thermique. La centrale, qui peut également être une multitude de lieux de productions et utiliser une variété de sources d'énergie, produit de la chaleur

sous forme d'eau chaude (ou liquide caloporteur) ou de vapeur. Deuxièmement, il y a le réseau de tuyaux qui transportent et distribuent l'énergie thermique. Ces tuyaux acheminent aux consommateurs de la vapeur ou du liquide chaud (ou froid) tout en essayant de réduire au maximum les pertes thermiques, si déterminantes dans le calcul de la capacité de puissance de la centrale. Finalement, à l'extrémité, se situent les consommateurs qui peuvent être des résidents, des commerces, des industriels, etc.

Ces trois sous-systèmes doivent être réfléchis, adaptés et articulés afin de s'insérer efficacement dans des milieux aux contextes et environnements distincts. L'on ne choisit pas le même type de centrale que l'on veuille implanter un réseau dans une région forestière (biomasse) ou dans une région à fort gisement solaire (solaire thermique ou photovoltaïque), par exemples. Aussi, les calculs de rentabilité d'un réseau thermique sont évalués différemment en fonction de la densité ou de la mixité du milieu d'implantation. Par exemple, si on désire alimenter avec le chauffage urbain un milieu monofonctionnel de forte densité, par exemple, des tours à bureaux d'un centre-ville, il est généralement préférable de construire une grande centrale de production pour répondre aux pointes de consommation (heures d'ouverture des bureaux), mais où les coûts de distribution peuvent être plus bas. En contrepartie, si on installe un réseau thermique dans un milieu mixte de faible densité, par exemple, une banlieue desservie par plusieurs commerces et services, on peut envisager d'implanter une petite centrale qui jouit d'une complémentarité des besoins (aux différentes heures de la journée), mais dont les coûts du réseau de transport et de distribution sont plus élevés. Pour finir, les besoins ou les habitudes de consommations (troisième sous-système) peuvent également influencer le choix de la centrale ou du réseau de distribution, tout en impactant la rentabilité potentielle des projets (Rezaie et Rosen, 2012). Ces choix sont illustrés dans la figure 3.

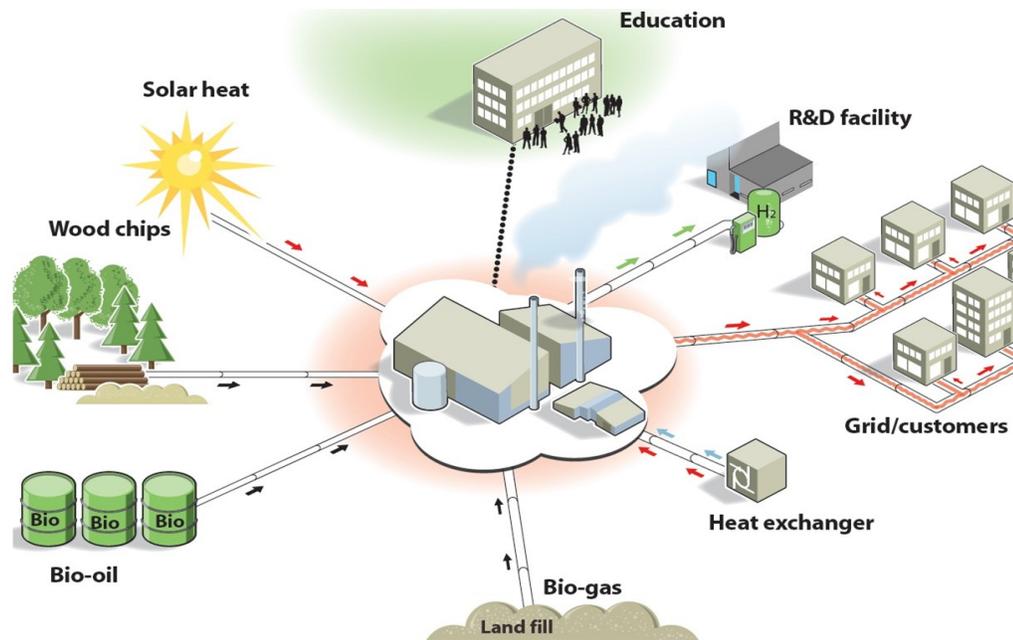


Figure 3— Illustration d'un réseau thermique et des possibles sources d'alimentation

Source : www.solar-district-heating.eu

La production de chaleur et de climatisation, issues de ces réseaux, peut être faite à partir d'une seule grande centrale ou encore issue de nombreux producteurs, petits et grands. Le choix de la technologie et de la capacité de puissance (taille de la grande centrale ou des multiples plus petits foyers de productions) qui doit être implanté dans un milieu repose sur des calculs et des estimations difficiles à établir (LeTruong et Gustavsson, 2014). Le choix doit être fait en fonction de l'environnement d'implantation, ainsi que du niveau et de la variation projetée de la demande d'énergie (LeTruong et Gustavsson, 2014).

Ces réseaux sont vus comme étant des plus fiables et efficaces énergétiquement, particulièrement dans les régions à fortes demandes en chauffage, dont font partie les régions nordiques (LeTruong et Gustavsson, 2014; Sperling et Moller, 2012). Dans les pays nordiques, les réseaux thermiques prennent tout leur sens de par la durée saisonnière des besoins de chauffage favorisant ainsi la rentabilité des réseaux (Gronkvist et Sandberg, 2004). Technologie éprouvée, en Suède, plus de 50% de toute

la consommation de chaleur résidentielle et non-industrielle, et environ 32% de toute l'énergie finale consommée dans les secteurs résidentiels et commerciaux provient des réseaux thermiques (LeTruong et Gustavsson, 2014; Ericsson, 2009). Au Danemark, c'est plus de 75% de la chaleur consommée au niveau résidentiel et commercial qui provient de réseaux thermiques, ou encore 46% de la demande totale nette de chaleur qui provient des réseaux de chaleur (Ericsson, 2009; Lund et al., 2010). Avec son climat nordique, il est surprenant que le Québec n'ait pas davantage misé sur les réseaux thermiques pour répondre à ce besoin inévitable de chauffage, d'autant plus que la demande nordique pour la chaleur contribue généralement aux économies d'échelles réalisables avec de pareils réseaux (OPA, 2010; Sperling et Moller, 2012).

2.1.2 L'Économie des réseaux thermiques

La rentabilité des projets d'investissements, comme c'est le cas dans l'implantation de réseaux thermiques, est décisive dans les processus de prises de décision (qu'ils soient publics ou privés) (Rezaie et Rosen, 2012). Il importe alors de bien comprendre la division des coûts. À partir des ouvrages de Marinova et al. (2008), Holmgren et Amiri (2007) et Persson et Werner (2011), il est possible d'identifier quatre facteurs économiques, ou catégories de coûts, permettant de bien cerner la faisabilité économique des projets de réseaux thermiques :

1. Offre (*Supply Economics*) : prend en compte les coûts de la matière première (carburant), des équipements de production de l'énergie thermique, et dépend du marché de revente de cette énergie;
2. Distribution (*Heat Distribution Economics*) : considère les coûts des infrastructures de transport de l'énergie, qui dépendent de l'étendue du réseau et de la charge thermique nécessaire, et inclus aussi les pertes thermiques encourues durant le transport;

3. Demande (*Utilization Economics*) : tout le système est fonction de la demande actuelle ou projetée par les consommateurs qu'ils soient résidentiels, commerciaux ou industriels;
4. Externalités économiques : l'efficacité (ou l'économique) du chauffage urbain sera influencée par l'internalisation, ou non, des externalités environnementales (en fonction de la source d'énergie utilisée).⁶

Ces quatre (4) éléments sont donc jugés déterminants dans l'évaluation par les décideurs (publics ou privés) de l'opportunité de démarrer, ou pas, un projet de chauffage urbain.

Persson et Werner (2011) raffinent leur analyse de la viabilité des réseaux thermiques en faisant ressortir, comme facteur potentiel pouvant s'avérer « critique » pour la « compétitivité » future du chauffage urbain, les « formes futures de la ville » (*future city shapes*). Par là, les auteurs font allusion à la densité et à l'intégration en amont des considérations énergétiques afin d'optimiser l'offre et la demande thermique et ainsi diminuer les coûts d'implantation et de distribution des réseaux thermiques. Pour ce faire, ils croient donc que les villes de demain voulant voir émerger des réseaux thermiques devraient être planifiées minutieusement et compter sur un support politique fort.

Tel que discuté auparavant, la densité des collectivités est un facteur important dans le calcul de viabilité économique d'un projet de chauffage urbain. Or, de quelle densité est-il question? Quand l'on vient à parler de réseaux thermiques, la densité se réfère la plupart du temps à la densité thermique⁷, la densité de chaleur, qui est consommée sur

⁶Les coûts d'opération et d'entretien se retrouvent dans chacune des catégories.

⁷ Par densité thermique, l'on entend la quantité de chaleur qui est utilisée ou produite pour une superficie donnée. Plus la quantité de chaleur produite ou consommée est élevée par m² (ou autre unité de mesure de superficie), plus la densité thermique sera élevée.

un territoire donné. Il peut certes y avoir un lien avec la densité de population, dans la mesure où une zone ayant une forte population va consommer davantage d'énergie qu'une zone peu peuplée. Or, les influences du climat, de la surface bâtie, ou encore du type d'activité qui est exercée sur le territoire sont à prendre en considération. Pour ce faire, la densité thermique s'avère une unité de mesure plus sûre. Ainsi, plus il y a une forte densité thermique sur un territoire donné, plus il sera normalement possible de réaliser des économies d'échelles et ainsi de rentabiliser l'implantation d'un réseau thermique. Cela explique probablement, en partie, pourquoi la grande majorité des réseaux thermiques actuellement en fonction sur le globe sont installés en milieu à forte densité énergétique (Reidhav et Werner, 2008). Seuls l'Islande, le Danemark, et dans une moindre mesure, la Suède, la Finlande et les Pays-Bas, ont expérimenté ou installé des réseaux thermiques dans des zones à faible densité énergétique (Reidhav et Werner, 2008). La littérature suggère que la rentabilité peut être au rendez-vous dans ces zones de faibles densités, mais dans certains contextes ou sous certaines conditions précises.

Autre facteur déterminant dans la compétitivité des réseaux thermiques face à leurs concurrents que sont le chauffage électrique ou au gaz naturel individuel, relève du fait que les clients, les consommateurs d'un réseau thermique sont bien souvent «attachés» (*tied*) à ce distributeur d'énergie (Rezaie et Rosen, 2012, p.7). En effet, les réseaux thermiques sont souvent décrits comme répondant au phénomène de monopole naturel (Idem). Les coûts des infrastructures étant extrêmement élevés, et la possibilité de réaliser des économies d'échelles substantielles, dissuadent voire rendent presque impossible l'arrivée de nouveau joueur dans ce marché. Comme le mentionnent Rezaie et Rosen (2012), du point de vue de la science économique, « il devient ainsi très difficile d'accroître l'efficacité de la production dans un tel marché, en l'absence de concurrence. Les monopoles de réseaux thermiques permettent de réaliser des profits, mais cela a un coût pour les consommateurs, qui doivent être connectés à ce réseau (traduction libre) » (p.7). L'auteur croit donc que la régulation de ces réseaux est nécessaire afin de protéger les consommateurs d'abus potentiel du monopoleur.

2.1.3 Réseaux thermiques et environnement

Il semble y avoir un consensus scientifique (Rezaie et Rosen, 2012; Reidhav et Werner, 2008; Lund et al., 2010) sur le fait « qu'une des principales raisons d'encourager le développement des réseaux thermiques a trait à ses bénéfices pour l'environnement (traduction libre) » (Rezaie et Rosen, 2012, p.6). Uniquement sur le plan des émissions de gaz à effets de serre, il est fait mention qu'elles peuvent être réduites de deux manières par les réseaux thermiques. Tout d'abord, en facilitant une intégration naturelle des sources d'énergies renouvelables (par exemple, des énergies excédentaires en provenance des producteurs individuels d'énergie solaire thermique dans un réseau communautaire), le chauffage urbain pourrait permettre une réduction des émissions de gaz à effets de serre de 40 à 50%, voire même davantage, comparativement au gaz naturel, au charbon ou au mazout (Elsman, 2009). Ensuite, les réseaux thermiques peuvent contribuer à la réduction des émissions de gaz à effets de serre en permettant des gains d'efficacité énergétique en remplaçant des équipements moins efficaces (chaudières individuelles dans chaque maison), par un système central permettant d'importants gains d'efficacité (IEA, 2009; Rezaie et Rosen, 2012).

Sperling et Moller (2012) corroborent en affirmant qu'il existe une proximité naturelle entre les réseaux thermiques et les considérations d'efficacité énergétique. Broberg et al. (2012) affirme que les réseaux thermiques ont à ce sujet été identifiés par la Commission européenne (CE) comme permettant au secteur industriel, le plus grand consommateur d'énergie en Amérique et en Europe, de réaliser d'importantes économies d'énergies en récupérant leur chaleur fatale produite, notamment par le biais de la « cogénération ».

Cependant, les réseaux thermiques ne sont pas exempts de vices. En effet, l'empreinte environnementale du système de chauffage urbain sera conséquente à la source d'énergie utilisée pour alimenter le réseau. Une centrale fonctionnant au gaz naturel, malgré les gains d'efficacité énergétique et la cogénération possibles, émettra

des quantités, réduites, mais sommes toutes considérables de gaz à effets de serre. Mêmes pour les centrales à la biomasse forestière, qui peuvent clamer avoir une empreinte environnement à somme nulle si l'on considère l'ensemble du cycle de vie de sa matière première, des craintes sont émises par le milieu scientifique concernant l'émission de particules fines potentiellement dommageables pour la santé et l'écologie par ces sources d'énergie (Wierzbicka et al., 2005).

En termes de ressources énergétiques, encore faut-il que l'énergie soit accessible, abondantes et sans trop d'impacts négatifs sur l'environnement. Au Québec, le potentiel de croissance des réseaux thermiques semble intéressant. À ce sujet, le rapport de l'Association canadienne des réseaux thermiques (ACRT, 2011) évoque que dans le contexte particulier du Québec, il semblerait que la province jouisse d'un immense potentiel de développement, notamment « en raison de sa vaste industrie forestière qui représente une opportunité pour le développement des réseaux thermiques» (idem, p.71).

2.2 Interventionnisme et intérêt municipal

Les énergies qui alimentent les réseaux thermiques possèdent plusieurs atouts qui peuvent intéresser les collectivités locales. Ainsi, elles peuvent être renouvelables et faiblement émettrices de gaz à effets de serre, un avantage intéressant pour les collectivités locales qui cherchent à améliorer leur résilience ou la qualité de leur milieu de vie (Cariou et al., 2011; Gronkvist et Sandberg, 2004). En outre, ces énergies ont souvent l'intérêt de pouvoir être produites localement, que ce soit à travers l'exploitation de la biomasse, la récupération de chaleur fatale ou par la géothermie ce qui peut renforcer l'économie locale, voire même contribuer au développement d'une économie circulaire (Cariou et al., 2011; Gronkvist et Sandberg, 2004). Du point de vue de la compétitivité, cette disponibilité locale de ressources, et leur transformation

sous forme d'énergie, présente, selon Ericsson (2009), plusieurs avantages environnementaux et économiques pour les collectivités et les municipalités :

- Elles attirent des investissements et des entreprises;
- Elles favorisent le développement économique local, à l'innovation et au développement d'une main-d'œuvre qualifiée;
- Elles contribuent à moderniser les infrastructures urbaines;
- Elles permettent d'améliorer le profil énergétique de la communauté, notamment en réduisant la dépendance extérieure et en stabilisant les sources d'alimentation énergétique;
- Et les particularités environnementales des sources d'énergies renouvelables contribuent à l'amélioration de la qualité des milieux de vie, ce qui ultimement favorise l'attraction de nouveaux résidents.

En outre, plusieurs auteurs et études, dont Rezaie et Rosen (2012), Marinova et al. (2008), Munksgaard (2005), Agrell et Bogetoft (2005), croient qu'en termes de contrôle (régulation) des réseaux thermiques, ainsi qu'en termes de support (financement), les gouvernements locaux sont des acteurs incontournables. Dans les pays qui connaissent un fort taux de pénétration des réseaux thermiques, comme c'est le cas avec le Danemark et la Suède, on constate un interventionnisme fort de la part des gouvernements locaux, et ce, autant du point de vue de l'offre que de la demande (Agrell et Bogetoft, 2005). Les autorités publiques auraient ainsi subventionné l'industrie et les combustibles, tout en exigeant des droits de connexions et en instaurant des politiques d'achats à taux préférentiel de l'énergie produite (*feed-in tariffs*) (idem, p.17). Sans cet interventionnisme, la Suède ou le Danemark, ne jouiraient probablement pas d'une infrastructure thermique aussi développée (Ericsson, 2009; Magnusson, 2012). Or, Agrell et Bogetoft (2005) constatent que cet interventionnisme s'est fait à un coût, celui d'une efficacité réduite, mais Rezaie et Rosen (2012) affirment qu'il pourrait être possible, par une approche réglementaire de

la part des gouvernements locaux, de réaliser des gains d'efficacité technique ou une réduction des coûts.

Au Québec, l'ACRT croit que les municipalités sont des acteurs de premier plan pour le développement des réseaux thermiques, notamment vu l'abondance de la ressource forestière dans les régions-ressources et parce que « les municipalités ont certains pouvoirs en matière de gestion forestière, ce qui incite les dirigeants municipaux à s'impliquer davantage dans la promotion [de ces] projets [énergétiques]» (ACRT, 2011, p.71).

L'implication des gouvernements locaux demeure ainsi cruciale pour le développement, le déploiement ou le contrôle de l'implantation et de l'opération des réseaux thermiques. MacRae (1992) relate quelques avantages et désavantages du chauffage urbain au niveau national, en affirmant que les réseaux thermiques peuvent « contribuer à accroître la flexibilité énergétique, à réduire la consommation d'énergie (améliorer l'efficacité), améliorer la qualité de l'environnement, et à réduire les émissions (traduction libre) » (p.8). Selon ce dernier, les réseaux thermiques permettraient aussi aux collectivités locales, dont les municipalités sont les représentants, « d'améliorer la situation d'emplois et la gestion collective de l'énergie; d'accroître les opportunités d'utilisation des ressources énergétiques locales; conférer un meilleur contrôle sur l'environnement immédiat; renforcer l'économie circulaire locale (*retention of energy capital in the local economy*); ainsi que réduire les coûts des carburants et énergies (traduction libre) » (p.8).

Les études de MacRae (1992) et de Razaie (2012) rejoignent également les études et théories des symbioses industrielles, tel qu'avancé par Chertow (2000) entre autres, en ce sens qu'elle permet d'ancrer la production d'énergie locale dans une logique de développement régional. Les symbioses industrielles font donc référence à l'existence de synergies régionales d'acteurs qui, a priori, ont des raisons d'être différentes, mais

qui, au final, peuvent œuvrer conjointement afin de parvenir à leurs fins respectives. Par exemple, l'industrie de la production d'énergie thermique à base de biomasse dans une communauté locale peut impacter positivement, voire même être orchestrée par une autre industrie forestière régionale. Ces synergies sont donc mutuellement bénéfiques pour les industries, tout en étant profitables à l'ensemble de la collectivité locale et régionale. Ayant à cœur le développement économique et l'attractivité de leur localité, les municipalités trouveront souvent un intérêt naturel dans le support de ces industries et de ces synergies régionales.

Néanmoins, les réseaux thermiques possèdent des désavantages importants. MacRae (1992) évoque que le savoir-faire et les connaissances techniques sont limités, ils demandent des investissements initiaux substantiels ce qui nécessite des laborieuses négociations avec les bailleurs de fonds potentiels, et de trouver la bonne localisation pour l'implantation de ces systèmes peut être difficile, spécialement dans les zones peuplées. Razaie (2012) renchérit en évoquant que le chauffage urbain peut ne pas être compétitif dans des zones peu peuplées ou encore s'il n'y a pas de taxation adéquate sur les carburants fossiles.

2.3 Compétitivité des réseaux thermiques et de leur énergie produite

Comme il fut évoqué au chapitre 1, les prix de l'énergie (l'électricité, mais aussi certaines autres sources telles que le gaz naturel, notamment) sont très faibles au Québec. Il s'agit là d'une donnée importante qui influe sur la compétitivité des réseaux thermiques. Pour envisager que ces systèmes, relativement petits comparativement aux grands barrages hydroélectriques, se développent, ils doivent être en mesure de fournir une énergie à prix comparable, ou relativement concurrentiel. Certes le prix ne saurait être l'unique facteur de la compétitivité d'une ressource énergétique, mais, surtout dans un contexte d'abondance et de stabilité d'approvisionnement comme au Québec, il s'avère un facteur prépondérant. En dressant un parallèle avec les processus décisionnels propres aux impératifs de sécurité énergétique, Kruyt et al. (2009)

identifient parmi les autres facteurs influençant le choix d'une source et d'un procédé de production d'énergie des considérations de disponibilité (*availability*), d'accessibilité (*accessibility*), d'abordabilité (*affordability*) et d'acceptabilité (*acceptability*). Dans le cas présent, comparant la compétitivité des réseaux thermiques face à l'hydroélectricité (et aux autres sources d'énergie à disposition du Québec, telles que le gaz naturel, le mazout, les biocarburants, etc.), tous ces facteurs peuvent jouer en faveur ou en défaveur des réseaux thermiques, tout dépendant de son contexte d'implantation. Un réseau thermique qui s'implante dans une région forestière et qui est alimenté à la biomasse, afin de renforcer la sécurité énergétique locale ou régionale, par exemple, possédera des atouts vis-à-vis de l'implantation d'un parc éolien ou d'une centrale au mazout.

Or, afin de bien cerner la compétitivité d'une source ou d'un procédé de production d'énergie face à un autre, il importe de rapporter les échelles de comparaisons au même dénominateur commun. Par exemple, l'hydroélectricité et l'énergie produite par le gaz naturel ne sont pas de même nature et ne sont pas issus des mêmes procédés. L'électricité issue des turbines à eau produit des watt (ou encore kilowatt ou mégawatt), alors que la combustion du gaz naturel produit une chaleur exprimée en joules (ou en kilojoules ou gigajoules). Il est toutefois possible de transformer des watts en joule, en utilisant les équipements appropriés (plinthes électriques, par exemple), et vice versa. Pour faciliter la comparaison de compétitivité entre les diverses sources d'énergie, il importe donc de comprendre l'efficacité générale de chaque source d'énergie lorsque convertie en énergie thermique. À ce niveau, le gigajoule (GJ), une unité de mesure thermique internationale, sert généralement d'étalon de comparaison, d'autant plus que les réseaux thermiques font ici allusion à la production de chaleur (exprimée en joule).

Dans le contexte québécois, le fait de ramener les sources d'énergie au même dénominateur commun calorifique permettra notamment de comparer l'efficacité de

l'électricité, présent dans le chauffage résidentiel mais aussi commercial et industriel. Le tableau suivant présente donc certains des principaux modes de production d'énergie thermique au Québec et leurs coûts respectifs pour produire des gigajoules (GJ).

Tableau 3 : Coûts des principaux modes de production d'énergie thermique au Québec (2012).

Type de combustible	Coût par unité	Capacité calorifique	Coût	Efficacité de conversion	Coût effectif
Mazout léger (no.2)	88,8¢/litre (à Montréal et n'inclut par les rabais au volume)	38,8 MJ/Litre	22,89\$/GJ	75%	30,52\$/GJ
Mazout Lourd (no.6)	48,7¢/litre	42.5MJ/litre	11,46\$/GJ	65%	17.63\$/GJ
Propane	67.3¢/litre	25.53MJ/litre	26.36\$/GJ	85%	31.01\$/GJ
Gaz naturel	57.70¢/m ³ (résidentiel) 44.89¢/m ³ (commercial) 28.51¢/m ³ (industriel)	37.89MJ/litre	15.23\$/GJ (résidentiel) 11.85\$/GJ (commercial) 7.52\$/GJ (industriel)	85%	17.92\$/GJ (résidentiel) 13.94\$/GJ (commercial) 8.85\$/GJ (industriel)
Électricité	6.88¢/kWh (résidentiel) 11.17¢/kWh (commercial, tarif G) 7.24¢/kWh (commercial, tarif M) 4.80¢/kWh (industriel)	3,6MJ/kWh	19.11\$/GJ (résidentiel) 31.03\$/GJ (commercial, tarif G) 20.11\$/GJ (commercial, tarif M) 13.33\$/GJ (industriel)	100%	19.11\$/GJ (résidentiel) 31.03\$/GJ (commercial, tarif G) 20.11\$/GJ (commercial, tarif M) 13.33\$/GJ (industriel)
Copeaux (35% humidité)	75\$/tmv	11.41 MJ/kg (18.72 GJ/tma)	6.57\$/GJ	75%	8.76\$/GJ
Granules (8% d'humidité)	175\$/tm	17.05 MJ/kg (18.72 GJ/tma)	10.26\$/GJ	80%	12.83\$/GJ

Source : Adaptation de Lemieux, 2012, données de 2012.

Ce tableau illustre plusieurs informations qui méritent que l'on s'y attarde pour bien comprendre l'efficacité des différents types d'énergies et de procédés. Tout d'abord, chaque type d'énergie ou de combustible se mesure différemment. Certains sont mesurés au volume, poids, litres, d'autres le sont en watt ou watt-heure (première colonne). Ensuite, chacun de ces types d'énergie ont une capacité calorifique qui peut être mesuré selon leur unité de mesure (deuxième colonne). En base à leur capacité calorifique, et selon la rareté de la ressource et leurs prix sur les marchés locaux ou internationaux, on peut dégager un coût par gigajoule (GJ) pour chaque type d'énergie (troisième colonne). Chaque type d'énergie possède son propre procédé de production

d'énergie. Durant le procédé de transformation en chaleur, une partie plus ou moins grande d'énergie peut être dégagée ou perdue, notamment sous forme de chaleur fatale produite et non captée, ou encore sous forme motrice (activation d'une turbine, par exemple). C'est ce que l'on appelle l'efficacité de conversion (quatrième colonne). Finalement, l'on arrive donc à un dénominateur commun, un coût au gigajoule par type d'énergie, selon le contexte du marché énergétique (prix et cours internationaux) et l'évolution technologique (performance des systèmes énergétiques) en vigueur au moment du calcul comparatif (cinquième et dernière colonne).

Le tableau 3 renseigne donc que dans le contexte de 2012, la compétitivité générale de l'électricité dans la production d'énergie thermique n'est pas optimale. Elle ne devance que le mazout léger et le propane. Le gaz naturel et la biomasse, par contre, performant beaucoup mieux et sont ainsi plus compétitives. Alors même que ce sont ces sources d'énergies qui alimentent généralement les réseaux thermiques. Ce tableau a le désavantage de ne pas présenter les alternatives renouvelables que constituent le solaire thermique ou la géothermie, par exemple, et qui dans certains contextes précis, peuvent efficacement concurrencer l'hydroélectricité. L'ajout de ces types d'énergie dans l'analyse aurait permis de confirmer ou d'infirmer si un réseau thermique alimenté avec ces sources alternatives à l'électricité aurait des chances d'être concurrentiel.

La compétitivité des types d'énergie alimentant les réseaux thermiques renforcent l'idée voulant que les réseaux thermiques puissent figurer comme une solution énergétique intéressante. Or, si le territoire se devait d'être planifié et aménagé conséquemment à l'implantation de ces réseaux thermiques, il faudrait inévitablement se tourner vers les principaux acteurs de l'aménagement du territoire, les municipalités.

2.4 Intérêt des municipalités envers les réseaux thermiques

Se pourrait-il que les municipalités puissent trouver intérêts envers un renforcement de leur compétence énergétique, et envers le développement des réseaux thermiques? Volontairement ou pas, il semblerait que ce soit le cas, et ce, et autant du point de vue de l'aménagement du territoire, des habilitations législatives, que d'une gestion optimisée du territoire.

2.4.1 Aménagement du territoire, compétences énergétiques et réseaux thermiques

L'aménagement du territoire est au cœur des responsabilités municipales. Les municipalités sont nécessairement impactées par ou impliquées dans tout projet d'aménagement d'infrastructures sur leur territoire. Suivant ce qui précède, l'on voit se dessiner une relation ternaire entre les questions environnementales et énergétiques, les municipalités et leurs responsabilités d'aménagement du territoire, et l'implantation des réseaux thermiques. L'aménagement du territoire est lié aux questions environnementales et énergétiques, les réseaux thermiques sont intrinsèquement liés à l'aménagement du territoire et, conséquemment, les municipalités sont nécessairement impliquées dans l'implantation des réseaux thermiques.

On peut identifier plusieurs liens entre l'aménagement urbain et les réseaux de chaleur :

- Les tracées des réseaux thermiques suivent normalement celui de la voirie qui relie et irrigue les quartiers (...);
- Leur pertinence économique dépend essentiellement de la densité, des caractéristiques et de l'usage des bâtiments;
- Leur amortissement s'effectue sur de longues périodes, comparable à celles de la plupart des infrastructures urbaines;
- Les réseaux de chaleur sont souvent le support d'un service public local (chauffage urbain) ce qui peut conférer à leurs infrastructures (chaufferie, canalisations, sous-stations) un statut particulier au regard des règles d'urbanisme, facilitant la gestion et l'évolution des réseaux thermiques (Cariou et al., 2011, p.9).

En Europe, les municipalités ont joué un rôle crucial dans le développement des réseaux thermiques. En Scandinavie, notamment, elles ont souvent assumé le rôle de promotion et de développement du secteur du chauffage urbain, et ce, par l'intermédiaire de corporations municipales (Ericsson, 2009; Magnusson, 2012). En tant que responsable de l'aménagement et du développement territorial, et en tant que gestionnaire de plusieurs réseaux urbains, les municipalités auraient ainsi trouvé une proximité naturelle avec la gestion des infrastructures et services urbains et celle des réseaux thermiques (Ericsson, 2009). La figure 4 permet de comprendre l'emplacement typique des réseaux thermiques, et de cette proximité entre l'emprise souterraine des réseaux thermiques et les infrastructures souterraines de responsabilité municipale, telles que l'aqueduc, les égouts et la voirie.

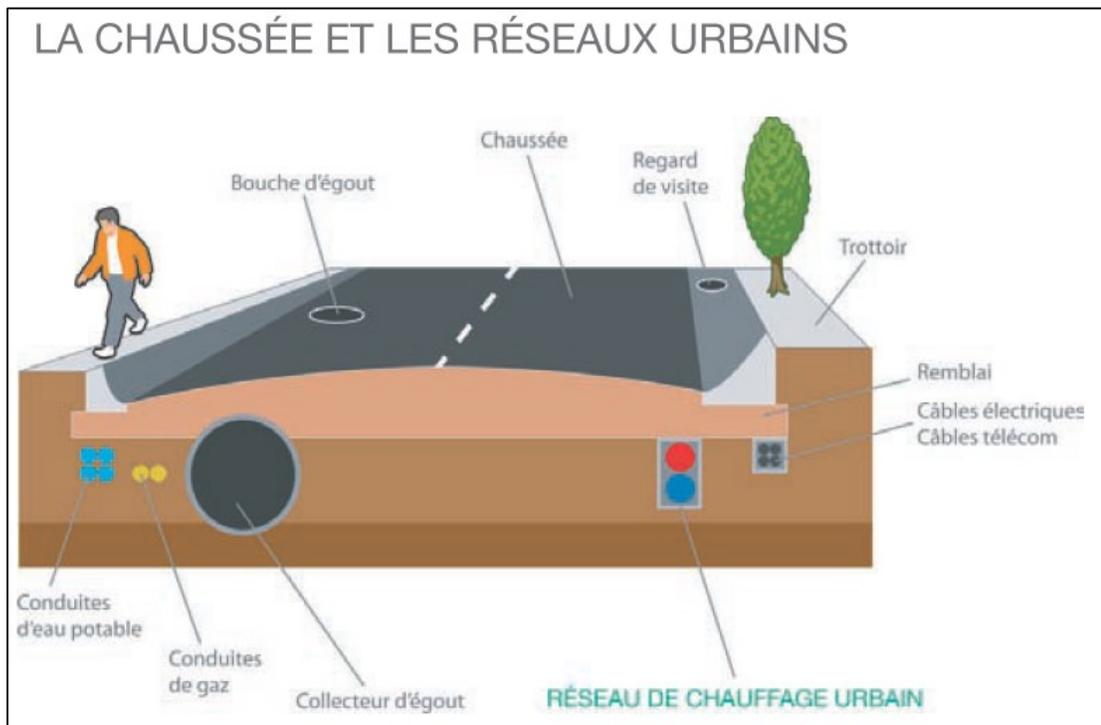


Figure 4 : Emplacement type des réseaux thermiques et proximité avec les autres services urbains.

Source : ADEME, 2014

2.4.2 Encadrement législatif de la compétence énergétique municipale

Dans le contexte québécois, les municipalités semblent bien positionnées pour impulser ou supporter le développement du chauffage urbain et des réseaux thermiques. Malgré la présence d'un monopole étatique, Hydro-Québec, et d'un contrôle de la tarification de l'électricité, protégée par la loi, il existe tout de même plusieurs habilitations législatives qui confèrent directement ou indirectement certains pouvoirs en matière de gestion énergétique, et de ses réseaux sous-jacents, aux municipalités.

Parmi les lois intervenant dans le secteur énergétique municipal, figurent les suivantes :

- Loi sur Hydro-Québec
- Loi sur les systèmes municipaux et les systèmes privés d'électricité
- Loi sur la Régie de l'énergie
- Loi sur les compétences municipales

À titre informatif, la loi sur Hydro-Québec (RLRQ c H-5) laisse une certaine place aux municipalités dans le secteur énergétique. L'article 23, par exemple, édicte :

La Société est tenue de fournir de l'électricité à toute municipalité dans le territoire de laquelle elle n'en distribue pas, qui est désireuse d'en faire elle-même la distribution et qui se conforme à la Loi sur les systèmes municipaux et les systèmes privés d'électricité (chapitre S-41), à moins que la Société ne soit pas alors en mesure de desservir économiquement ce territoire.

Il faut donc interpréter cette disposition comme une ouverture certaine à la possibilité pour les municipalités de prendre en main la distribution d'électricité. Alors que jadis plusieurs municipalités québécoises contrôlaient la distribution, voire même la production d'électricité, plusieurs ont décidé ou été forcées de se départir de cette compétence lors de la nationalisation de l'électricité au Québec. Aujourd'hui, il

subsiste 8 municipalités québécoises qui ont conservé leurs réseaux de distribution d'électricité, soit Alma, Amos, Baie-Comeau, Coaticook, Joliette, Magog, Saguenay, Sherbrooke et Westmount.

De surcroît, la Loi sur les systèmes municipaux et les systèmes privés d'électricité (RLRQ c S-41) ainsi que la Loi sur les compétences municipales (RLRQ c C-47.1) (plus précisément le Chapitre 1, art.4, 3e paragraphe) octroient des pouvoirs municipaux sur la production, la distribution, voire même la vente d'énergie. Or, la loi sur Hydro-Québec et sur la Régie de l'énergie viennent contrôler le processus de revente d'énergie ainsi que la tarification pouvant être exigée pour les prix de l'électricité.

Dans une moindre mesure, et uniquement indirectement, la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme a un impact sur la consommation d'énergie. Cette loi reconnaît des responsabilités et des pouvoirs sur la planification et l'aménagement général du territoire, ainsi que sur la gestion des réseaux urbains, de la voirie, l'aqueduc et des égouts, et possède une influence certaine sur le déploiement des réseaux de télécommunication et d'électricité. Il va sans dire que tous ces éléments impactent les niveaux de consommations énergétiques des collectivités. En outre, comme les municipalités ont déjà une certaine expertise dans la gestion logistique de divers réseaux d'infrastructures similaires aux réseaux énergétiques, allant de leur planification à leur implantation et entretien, il est à se demander si elles ne possèderaient pas une longueur d'avance sur d'autres acteurs dans le déploiement des réseaux énergétiques ou thermiques.

En poussant plus loin l'analyse, on pourrait arguer qu'en parallèle des habilitations législatives spécifiques à l'autonomisation (lire *empowerment*) des municipalités dans le secteur énergétique, l'on assiste au développement d'une série de lois et mesures invitant ou forçant les municipalités à prendre leur place dans le secteur

énergétique, ainsi qu'au niveau du développement des énergies renouvelables. À cet égard, l'on constate que la Loi sur le développement durable (RLRQ c D-8.1.1, l'article 2 et ses 16 principes), la Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ c Q-2) et la Loi sur le patrimoine culturel (RLRQ c P-9.002, qui octroient tous deux des responsabilités et obligations aux municipalités), la Stratégie de développement durable du gouvernement du Québec (notamment l'orientation 3), le Plan d'action sur les changements climatiques (qui traite des questions énergétiques, notamment), la Stratégie gouvernementale de développement durable 2008-2013 (particulièrement l'orientation 6), les Orientations du gouvernement en matière d'aménagement (fascicule Pour un aménagement concerté du territoire), et le Projet de loi sur l'aménagement durable du territoire et de l'urbanisme (qui vient officialiser l'union entre l'urbanisme et développement durable), sont toutes des lois conférant un peu plus de responsabilités directement ou indirectement au secteur énergétique municipal. En outre, le ministère des Affaires municipales et régionales et de l'occupation du territoire (MAMROT) a adopté son propre Plan d'action en développement durable 2009-2013 ce qui influe directement sur les programmes de support aux municipalités. Ce ministère songerait même à inclure des conditions d'écoconditionnalité et de responsabilité sociale à ses programmes de financement destinés aux municipalités (Bastien, 2012). Ce cadre institutionnel et législatif vient donc promouvoir directement ou indirectement l'émergence d'une prise en compte de l'environnement, des principes du développement durable et, plus ou moins directement, de la compétence énergétique dont la production d'énergie renouvelable dans la gestion des affaires municipales.

En marge de ces nouvelles responsabilités ou obligations légales, les municipalités sont également incitées d'une variété de manière à contribuer au développement des énergies renouvelables. Que ce soit les possibilités pour les municipalités de participer aux appels d'offres d'Hydro-Québec pour la production d'énergie communautaire, ou pour bénéficier de la vingtaine de programmes d'efficacité énergétique de l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec, les municipalités sont sollicitées pour faire leur part et pour inciter leurs concitoyens à faire de même. Les municipalités sont donc,

directement ou indirectement, reconnues et agissent comme des acteurs incontournables des questions énergétiques, et ce, autant pour l'atteinte d'objectifs d'efficacité énergétique que pour la production d'énergie locale.

2.4.3 Réseaux thermiques et gestion optimisée du territoire?

En outre, il est à se demander si l'implication directe des municipalités dans le développement des réseaux thermiques pourrait avoir des impacts positifs sur la gestion globale du territoire. En effet, l'implantation des réseaux thermiques forcerait les autorités municipales à penser leur territoire plus globalement, en intégrant plus facilement un seuil de densité urbaine nécessaire à l'implantation et la rentabilité économique des réseaux thermiques, et en promouvant l'édification de bâtiments plus efficaces énergétiquement afin d'optimiser le fonctionnement des réseaux thermiques (Cariou et al., 2011). Aussi, les réseaux thermiques pourraient permettre d'optimiser énergétiquement leur territoire (Connolly et al., 2013). Par exemple, la production d'énergie thermique pourrait provenir d'une combinaison d'une ou quelques grandes centrales thermiques avec une multitude de plus petits producteurs individuels. La consommation d'énergie thermique pourrait également être partagée entre différents types de consommateurs (résidentiel, commerciaux, industriels), tous ayant des besoins et des pointes de consommation différentes. Le développement de réseaux thermiques selon les profils des producteurs et consommateurs pourrait permettre d'accroître les économies d'échelles provenant du partage de la capacité thermique, et une utilisation plus efficace de la chaleur à travers la complémentarité de la production et de la consommation d'énergie, et ce, durant les différentes heures de la journée. Connolly et al. (2013) soulève cet argument comme un des potentiels d'optimisation énergétique dans un territoire donné : le jour, ce sont les commerces; le soir, le secteur résidentiel; la nuit, le secteur industriel, par exemple. Entre autres, des systèmes plus larges, plus étendus et connectant une variété d'usages et de fonctions, permet de plus facilement récupérer la chaleur fatale produite par l'un pour la transmettre à un autre nécessitant.

Ces gains nets d'énergie sont efficaces et importants dans une optique de réduction maximale de la production et des coûts d'énergie, et optimiseraient la gestion énergétique du territoire. Et ce, sans parler des gains financiers potentiels.

Se situant à cheval entre l'aménagement du territoire et le secteur énergétique, le chauffage urbain et les réseaux thermiques peuvent donc intéresser de plusieurs manières les municipalités. Déjà en 1984, le gouvernement du Québec associe les municipalités et le développement du chauffage urbain comme un moyen de réaliser des économies d'énergie et de diversifier les sources d'approvisionnement énergétique (Québec, 1984). Quelque 30 ans après, les réseaux thermiques demeurent toutefois relativement absents de la scène énergétique québécoise, alors que, pourtant, il semble y avoir beaucoup de place pour le développement de ce secteur énergétique au Québec (Mousseau, 2009; ACRT, 2011).

Cet enchevêtrement de défis environnementaux et énergétiques, et leurs ramifications dans toutes les sphères d'activité et à toutes les échelles, amène à questionner la manière dont les collectivités et les municipalités québécoises peuvent, à travers leurs pratiques d'aménagement du territoire, contribuer à la lutte contre les gaz à effets de serre et à la sécurité et transition énergétique du Québec. Les réseaux thermiques semblent, à cet effet, tout désignés pour faire face aux défis climatiques et énergétiques, tout en offrant un potentiel de développement local intéressant pour les collectivités québécoises. Mais quelle est donc la place des municipalités dans leur développement et leur implantation? Quels ont été et quels sont encore les freins à l'implantation du chauffage urbain au Québec? Et, a contrario, quels sont les facteurs facilitant son implantation?

2.4.4 Hypothèses préliminaires

Avant d'entamer ses entrevues exploratoires, le chercheur s'est risqué à anticiper quelques hypothèses explicatives pour répondre aux questions à savoir pourquoi les réseaux thermiques sont peu développés au Québec, et pourquoi les municipalités sont peu engagées dans la discipline énergétique.

Comme première hypothèse, le chercheur est d'avis que le contexte d'abondance de la ressource hydroélectrique est un facteur limitatif du développement d'alternatives énergétiques. Plusieurs sommités québécoises ont d'ailleurs déjà corroboré cette hypothèse (Lanoue et Mousseau, 2014). En ce sens, quelle est l'urgence de développer des alternatives, en apparence plus coûteuses et risquées financièrement, tandis que le Québec baigne dans une relative abondance d'énergie propre? Alors que la sécurité énergétique du Québec ne semble pas menacée, et bien au contraire, la nation semble même encline à réaliser des surplus énergétiques, il semble aller de soi que les dirigeants québécois n'ont pas priorisé ce dossier dans les dernières années. Cela étant dit, plusieurs mesures ont tout de même été mises en place afin de diversifier le portefeuille énergétique de la province (Fortin, 2004; OC, 2005; Québec, 2006; RIQ, 2009), quoiqu'avec des effets plus ou moins convaincants (AIEQ, 2008; AQLPA, 2010; DeCanio, 1998; Mousseau, 2009; RIQ, 2009). En fait, ce relatif échec des politiques énergétiques des dernières décennies, combinés aux multiples voix d'experts qui incitent à la diversification des sources d'approvisionnement (Mousseau, 2009; RIQ, 2009; Saulnier, 2009) n'a fait qu'attiser la curiosité du chercheur pour tenter de clarifier ce flou théorique.

Une seconde hypothèse émise par le chercheur quant aux facteurs limitant le développement des réseaux thermiques au Québec porte sur les coûts initiaux élevés des projets de réseaux thermiques, et sur la complexité que leur implantation. Peu s'en faut pour anticiper que l'installation d'un système de conduites souterraines, indépendamment des autres réseaux urbains d'égouts et d'aqueduc municipaux par

exemple, comporte des coûts exorbitants (Rezaie et Rosen, 2012). En plus des coûts d'excavation, il doit certes y avoir une logistique et un effort de coordination monstre pour s'assurer d'obtenir les permis et autorisations nécessaires, prévoir l'impact sur la circulation locale (car les réseaux de chaleurs passent souvent sous la voirie), les branchements aux bâtiments, etc. Conséquemment, le chercheur anticipe que cette apparente complexité d'implantation des réseaux thermiques devait se buter à la simplicité de branchement aux omniprésents réseaux (hydro)électriques du Québec.

En contrepartie, comment se fait-il que, malgré cette complexité des réseaux thermiques et malgré leurs coûts non concurrentiels, certains réseaux thermiques se réalisent tout de même au Québec? Pourquoi est-ce que le CCUM semble bien fonctionner à Montréal? Le chercheur lance une troisième hypothèse affirmant que cela est probablement le fait des fortes densités avoisinantes qui justifient un plus haut retour sur les investissements. Après tout, les études de Cariou et al. (2011) et Reidhav et Werner (2008) démontrent une occurrence plus fréquente de réseaux thermiques rentables en milieu de forte densité. Mais comment se fait-il alors que certaines centrales thermiques, pour ne pas dire la majorité des nouveaux projets au Québec, se développent en région de faible densité? Est-ce tout de même rentable? Le chercheur hypothétise, à l'instar de l'argumentaire développé par Mousseau (2009) et Ericsson (2009), que l'étincelle qui motive le développement de tels projets dans ces contextes est le fruit d'une possible volonté politique de diversifier l'approvisionnement en énergie au niveau national. Même à un coût apparemment supérieur, le jeu pourrait ainsi en valoir la chandelle en mesurant les retombées économiques régionales et nationales. Aux yeux du chercheur, c'est probablement ce qui justifie les décisions d'Hydro-Québec d'ouvrir des appels d'offres d'achat réservé d'énergie « communautaire » provenant des parcs éoliens municipaux ou des centrales à la biomasse forestière. La stratégie énergétique du gouvernement du Québec (2006), ainsi que les rapports annuels d'Hydro-Québec (2013, 2014) sont à ce niveau on ne peut plus révélateur de cette volonté de diversification des approvisionnements énergétiques.

En outre, dans une perspective municipale, le chercheur ne parvient pas bien à cerner pourquoi seule une minorité de municipalités se lancent dans le développement énergétique? Est-ce que certaines municipalités se trouvent dans des contextes précis ou particulièrement avantageux qui leur permettent de rentabiliser ces projets énergétiques, voir même de concurrencer ou de s'harmoniser avec l'hydroélectricité, d'où leur intérêt envers le développement de ce créneau? À ce niveau, le chercheur envisage comme quatrième et dernière hypothèse préliminaire que certaines régions en dévitalisation ou possédant un sens entrepreneurial aigu sont peut-être plus proactive à rechercher des alternatives de développement économique et que, pour ces dernières, l'énergie en a été une. En ce sens, le chercheur abonde dans le sens de l'ACRT (2011), Chertow (2000), McRae (1992) et Razaie (2012) qui affirment que le développement de créneau énergétique se fait parfois un peu naturellement à cause de la présence de la ressource, ou encore, car il permet la création de symbioses industrielles avec les industries locales déjà en place. Cela justifierait notamment le cas dans le développement des projets éoliens dans la région du Bas-du-Fleuve, où des vents abondants soufflent constamment, ou encore les réseaux thermiques alimentés à la biomasse forestière et qui se développent dans certaines régions forestières, telles que l'Abitibi ou le Lac-Saint-Jean. En ce qui a trait à l'intérêt des municipalités envers les réseaux thermiques, le chercheur appuie sa quatrième hypothèse sur trois principales considérations. Premièrement, il s'appuie sur le fait que, tel que le décrit l'UMQ (2013), les municipalités doivent s'assurer d'un développement économique durable; deuxièmement, tel qu'argumente l'ARCT (2011), Ericsson (2009) et MacRae (1992), sur le potentiel qu'ont les réseaux thermiques à supporter le développement de l'emploi et de l'économie local ; et troisièmement, sur le fait que, selon Agrell et Bogetoft (2005), Marinova et al. (2008), Munksgaard (2005), OPA (2010), Rezaie et Rosen (2012), les gouvernements locaux sont des acteurs incontournables au niveau de la régulation et du financement des réseaux thermiques.

Toujours en est-il que dans le portefeuille énergétique québécois ces initiatives demeurent marginales, et ce type de projet semble tarder à se déployer à plus grande

échelle au Québec. Or, le fait que ces filières réputées produire une énergie plus coûteuse que l'hydroélectricité se développent laisse croire au chercheur qu'il existe d'autres motifs, outre le prix de l'hydroélectricité, qui explique ou motive le développement des filières énergétiques alternatives au Québec. Bien que n'ayant pas la prétention de répondre à toutes ses interrogations, par le présent ouvrage, le chercheur tente de contribuer à faire mûrir la réflexion sur la situation énergétique québécoise, et ce, d'un angle d'analyse municipal.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Dans ce chapitre, il est question en premier lieu, de la stratégie générale de recherche. Ensuite, le choix des participants à l'étude et leur recrutement est détaillé. Troisièmement, la méthode de collecte et d'analyse des données est exposée ainsi que le processus de traitement des données. Finalement, un bref survol des forces et des limites de cette étude est présenté.

3.1 Stratégie générale de recherche

Considérant l'aspect novateur du sujet, et le manque de données mesurables existantes, l'approche privilégiée pour cette étude a été celle d'une recherche exploratoire de type qualitative. Suivant Giordano (2003), la recherche s'appuie sur les points de vue et les perceptions d'acteurs clés sur le thème de la situation des réseaux thermiques au Québec. Cette méthode de recherche dite exploratoire a été choisie, car les données et les résultats de recherche antérieurs sur l'implantation du chauffage urbain et des réseaux thermiques au Québec sont actuellement inexistantes.

3.2 Choix des participants à l'étude

Un total de vingt-deux participants, issus de dix-neuf organisations, institutions ou entreprises différentes ont été rencontrés. Les acteurs-clés participant à l'étude ont été sélectionnés parmi l'ensemble des gens du milieu et des experts œuvrant de près ou de loin dans le milieu énergétique ou municipal. Ils étaient tous familiers avec le contexte énergétique ou avec celui des collectivités locales au Québec. Un effort a été mis à la sélection d'une diversité de participants qui a permis de dresser un portrait le plus complet possible des enjeux et des points de vue afin de dresser un portrait relativement

représentatif (Mongeau, 2011) de la réalité québécoise eu égard aux limites et potentiels de développement des réseaux thermiques en milieu municipal.

Notre sélection des personnes-ressources se divise en deux grands sous-groupes : celui des acteurs issus du milieu énergétique, et celui des acteurs œuvrant au niveau municipal. Bien que les deux sous-groupes aient été essentiellement soumis aux mêmes interrogations, chacun a permis de dégager des informations plus spécifiques à leurs champs d'expertises ou d'exercices. Le premier sous-groupe, celui issu du milieu énergétique, nous a permis de répondre à notre premier objectif : expliquer le faible niveau de pénétration des réseaux thermiques au Québec en explorant auprès de ces experts, la réalité, les défis et opportunités du secteur énergétique québécois, et les potentialités de développement de la filière des réseaux thermiques dans le contexte québécois. Le deuxième sous-groupe, celui gravitant dans le milieu municipal, nous a permis de répondre à notre deuxième objectif : explorer les opportunités et défis du développement du chauffage urbain dans les municipalités du Québec en fournissant de précieuses informations sur les aspirations et intérêts municipaux au niveau environnemental et énergétique, et de valider le potentiel d'implantation au sein de collectivités locales des réseaux thermiques.

3.3 Critères de sélection

Les informateurs-clés ont été sélectionnés en fonction de :

- l'importance et la pertinence de l'organisation et des intérêts que cette organisation peut avoir en lien avec notre sujet de recherche;
- la position ou le titre occupés au sein de l'organisation que la personne-ressource représente, de leur maîtrise du sujet;
- une certaine variété et diversité d'acteurs aux intérêts politico-économiques potentiellement divergents.

Les participants ont été choisis intentionnellement, et ce, de manière non aléatoire, en fonction des caractéristiques propres, de leur degré de connaissance ou d'influence sur le milieu (Mongeau, 2011). Les entrevues visaient des personnes œuvrant dans les principales organisations du milieu énergétique québécois, les municipalités, les universités, les associations ou les regroupements du milieu énergétique québécois, et les entreprises privées œuvrant dans le secteur de l'énergie et, idéalement, des réseaux thermiques, au Québec. En termes de formation, les experts rencontrés avaient des titres variés, et étaient urbanistes, ingénieurs, administrateurs, chercheurs, entrepreneurs, chargés de projets, etc. L'étude visait un nombre équivalent d'acteurs issus du secteur énergétique, et du secteur municipal. Au final ont été rencontrés huit (8) représentants exclusivement issus du milieu municipal, dix (10) exclusivement du secteur énergétique, et quatre (4) autres gravitants à la fois dans les sphères énergétiques et municipales. Cette variété d'organisations et d'experts a ainsi permis au chercheur d'atteindre un échantillon diversifié.

3.4 Recrutement

Le recrutement des personnes-ressources s'est essentiellement fait à partir de recherche sur internet permettant de cerner les organisations, entreprises, associations pertinentes à interroger. Ensuite, une communication directe par téléphone a été priorisée, ou par courriel lorsque nécessaire, permettant de créer un premier contact avec la personne-ressource potentielle. Cette première communication a permis au chercheur d'exposer sa démarche de recherche, de présenter son sujet, et d'explicitier les implications qu'auront leur participation, tout en les informant de l'éthique derrière la démarche (encadrement de la recherche, confidentialité, anonymat, etc.). Par souci d'équité et de fiabilité dans la démarche de recherche, un effort a été mis de l'avant par le chercheur afin de s'assurer que la même information préparatoire à l'entrevue serait transmise, pas plus ni moins, à tous les participants afin de ne pas influencer d'une quelconque manière les informations recueillies durant les entrevues.

3.5 Portrait des participants

Pour chacune des 22 personnes rencontrées en entrevues, un bref formulaire sociodémographique a été dressé dans le but d'analyser, entre autres, si des écarts pouvaient être apparents dans les points soulevés ou dans les valeurs dégagées à travers les opinions des participants, et ce, en fonction de leur appartenance à un groupe d'âge, à un sexe, à un groupe professionnel, ou à un bagage académique et expérientiel quelconque. Bien qu'une analyse préalable d'un si faible échantillon ne permette pas d'établir de clivages significatifs, ces informations sociodémographiques permettent de donner un profil détaillé des participants à l'entrevue.⁸

Tout d'abord, il faut noter que tous les participants rencontrés sont des hommes. Nous n'avons pas été en mesure de recruter de femmes à titre de participantes.

Notre groupe de participants rencontrés combine une vaste expérience dans le domaine énergétique et municipal, cumulant plus de 354 années d'expériences dans ces deux domaines. La majorité des candidats rencontrés sont des hommes dans la cinquantaine, possédant environ 15 années d'expérience sur le marché du travail dans le domaine énergétique ou municipal.

Les deux tiers des 22 participants travaillent actuellement pour le secteur public ou parapublic, et le tiers travaillent pour le secteur privé. Près de la moitié ont déjà travaillé pour les deux secteurs privés et publics. Également, la moitié travaille ou a déjà

⁸Tel que mentionné au chapitre 3 (méthodologie), pour des motifs évidents de confidentialité, aucune information ne sera toutefois donnée sur les noms, titres ou employeurs précis des participants, et un simple résumé des profils est fourni.

travaillé pour le secteur municipal. La presque totalité des acteurs affirme travailler régulièrement avec le secteur public (municipal) et privé.

En ce qui a trait à leur type d'emploi et leur(s) domaine(s) d'expertise, près de la moitié des acteurs occupent des fonctions de cadre, alors qu'un peu plus de la moitié occupent des postes subalternes à titre de professionnels ou d'employés. Environ le tiers œuvre en développement de système énergétique, en production d'énergie, en optimisation et efficacité énergétique, ou encore en gestion et développement de systèmes thermiques. Un peu moins du quart des participants œuvraient directement en urbanisme ou intégraient des considérations d'aménagements du territoire dans leur pratique professionnelle, et un autre quart travaillait pour le compte de gouvernements locaux, de ministères provinciaux, ou d'agences et d'institutions gouvernementales. En outre, une faible proportion de participants œuvrait soit en développement économique et régional, soit en administration d'entreprises ou d'organisations ou encore en développement des affaires (commercialisation, gestion immobilière, etc.). Finalement, un participant affirme posséder une expérience en planification énergétique territoriale et municipale.

Il ne fait aucun doute que le faible nombre de participants ne constitue pas un échantillon représentatif de l'ensemble des acteurs québécois pouvant potentiellement être interpellés par le chauffage urbain. Or, il n'en demeure pas moins que leur provenance, issue de sphères et secteurs variés, leurs expertises cumulées, les nombreux postes occupés, ainsi que les connaissances approfondies et diversifiées constituent une force de l'étude et confèrent une crédibilité certaine aux informations recueillies et qui seront abordées dans les prochaines sections.

Il importe de spécifier que pour des considérations d'éthique, l'identité des participants, et ainsi les organisations pour lesquelles ils travaillent, demeure confidentielles.

3.6 Méthode de collecte de données

Le principal outil de collecte d'information pour le projet de recherche a été l'entrevue semi-dirigée. L'approche des entretiens semi-dirigés a été sélectionnée, car elle permet au chercheur d'aborder des thèmes-clés relevés dans la littérature sur le sujet de recherche, ainsi que relevés dans le cadre conceptuel de la présente recherche, notamment en permettant une certaine ouverture à d'autres thèmes s'il advenait que les participants souhaitent les aborder. En outre, avec l'aide d'une grille d'entretien (Annexe 2), les entrevues semi-dirigées ont été l'occasion de dégager une riche compréhension de la situation du chauffage urbain et des réseaux thermiques au Québec, et surtout, sur les limites et potentiels de leur implantation dans le contexte québécois.

3.7 Entrevue semi-dirigée

Tel que mentionné précédemment, l'entrevue semi-dirigée a été sélectionnée, car, selon Quivy (1995), elle convient parfaitement au travail exploratoire et permet « une grande souplesse d'application [et] les entretiens exploratoires (de type semi-directif) servent à trouver des pistes de réflexion, des idées et des hypothèses de travail [et] non à vérifier des hypothèses préétablies » (p.58). Ce type d'entrevue a donc permis au chercheur d'interroger certains acteurs-clés afin de cumuler un maximum d'informations objectives et subjectives sur le sujet traité. Il s'agissait donc pour le chercheur « d'ouvrir [son] esprit, d'écouter et non de poser des questions précises, de découvrir de nouvelles manières de poser le problème et non de tester la validité de [ses] propres schémas » (Quivy, 1995, p.58). Aussi, ce type d'entretien permet de faire émerger des éléments dont la personne n'est pas toujours consciente parce qu'il donne accès aux perceptions et aux opinions des informateurs-clés et est l'occasion de révéler des problèmes plus cachés. L'entrevue individuelle semi-structurée est réputée la plus efficace quand il s'agit d'explorer un thème en profondeur (Patton, 2002, Boutin, 1997).

Les entretiens n'ont pas été enregistrés. L'enregistrement était un problème pour une majorité d'acteurs rencontrés, dont 12 ont refusé d'être enregistrés, malgré l'engagement de confidentialité et la signature du formulaire de consentement. Ces nombreuses expressions de crainte de la part des acteurs laissent croire qu'une ouverture et une sincérité supplémentaire ont été possibles chez les participants sans l'enregistrement, conférant une fiabilité supplémentaire aux informations recueillies. Considérant qu'il s'avérait crucial pour la recherche de rencontrer certains acteurs-clés, leur non-participation aurait miné la qualité de la recherche. Le chercheur a donc préféré procéder à des entretiens sans enregistrement afin de pouvoir bénéficier du témoignage de ces acteurs-clés.

À ce niveau, Clausen (2012) évoque que « l'enregistrement et les transcriptions, dans les entretiens en recherche qualitative, peuvent être appelés un paradigme méthodologique (p.12) (...) Si on retourne à la philosophie herméneutique, la transcription des enregistrements audio n'est pas une obligation directe (p.14). Sous certaines conditions, les transcriptions audio d'entretiens en recherche qualitative peuvent être remplacées par la prise de notes, sans impacts négatifs sur la fiabilité, la validité et la transparence (p.1) » (Clausen, 2012).

3.8 Grille d'entretien

Au cœur des entretiens figure donc la grille d'entretien (annexe 2). Cette dernière a permis au chercheur de se préparer aux rencontres individuelles en identifiant au préalable les sujets et les thèmes de la recherche à aborder avec les participants, et ainsi en établissant des pistes de questions générales en lien avec ces thèmes. En début d'entretien, une question générale ouverte était donc présentée aux participants, afin d'amorcer l'échange et de permettre aux participants d'étayer leur niveau de connaissance sur les réseaux thermiques. S'en suivirent ensuite, au besoin et selon le

fil de discussion, quelques questions ouvertes supplémentaires en lien avec les thématiques de recherche.

Les entretiens devaient tous être faits en personne, mais les difficultés de déplacements en région éloignée de Montréal ont forcé le chercheur à faire deux (2) entrevues par téléphone. Par répondant, le chercheur a passé entre une (1) et deux (2) heures, tout dépendant de la disponibilité et de la loquacité des acteurs-clés, et de la richesse de l'information qui lui a été soumise. Cette approche a été choisie puisqu'elle permet d'instaurer un véritable échange permettant de saisir les perceptions et interprétations d'acteurs-clés, et de bénéficier de ses expériences, et d'accéder à un degré maximum d'authenticité et de profondeur chez la personne-ressource (Quivy, 2006).

Malgré les demandes de nombreux participants, les thèmes et les questions générales préalablement formulées n'ont pas été envoyés aux acteurs-clés avant l'entrevue, afin de stimuler leur spontanéité et de récolter autant d'informations objectives que subjectives sur les sujets traités.

3.9 Traitement des données

Durant les entrevues, le chercheur a pris des notes. Immédiatement après les rencontres, en général dans l'heure qui suivait, le chercheur a retranscrit et reformulé tous les éléments abordés par les participants afin de s'assurer le plus possible de la justesse de transcriptions des propos des participants. En générale, pour chaque entrevue, le chercheur a rédigé environ 5 à 7 pages de résumés de rencontre.

Les données provenant des entretiens individuels, récapitulés dans les notes d'entrevues, ont permis au chercheur de s'adonner à une analyse de contenu lui permettant de dégager la signification des différents messages obtenus, et ce, pour les

différents acteurs. L'analyse de contenu (de discours) a été utilisée, car elle se prête particulièrement bien aux recherches de type exploratoire (Blais et Martineau, 2006) et permet une «description objective, systématique et quantitative du contenu manifeste des communications [afin] de les interpréter» (Berelson, 1952). Il faut noter que l'analyse de contenu porte ici sur les notes d'entrevue du chercheur et non sur des verbatim d'entrevue puisque les entretiens n'ont pas été enregistrés.

Une analyse croisée des ressemblances et différences entre les propos captés par le chercheur dans ses notes a ensuite été effectuée en se basant sur les sujets les plus souvent abordés dans les opinions des participants, et ce, en fonction des thèmes de la recherche. À cette étape, le travail du chercheur consistait essentiellement à «condenser des données brutes, variées et nombreuses, dans un format résumé ; établir des liens entre les objectifs de la recherche et les catégories découlant des données brutes ; développer un cadre de référence ou un modèle à partir des nouvelles catégories émergentes » (Blais et Martineau, 2006, p.130).

L'objectif de l'utilisation de l'analyse de contenu était donc d'analyser les perceptions d'acteurs-clés, professionnels issus du milieu pour la plupart, pour ainsi traiter les éléments pris en notes à partir de leurs discours et en faire ressortir les ressemblances et divergences. L'ensemble de l'information colligée a ainsi permis de clarifier les limites et potentialités de développement des réseaux thermiques au Québec.

3.10 Considérations éthiques

Lors de la rédaction du mémoire, la transcription des données a été faite de manière anonyme, en prenant soin d'utiliser des codes pour les répondants. Les notes prises durant les entrevues, ainsi que toutes informations relatives aux participants sont maintenues confidentielles. Seul l'étudiant-chercheur et le directeur de recherche peuvent y avoir accès.

CHAPITRE 4

PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

Ce quatrième chapitre présente les résultats de l'analyse de contenu des notes de recherche produites lors des entretiens menés auprès des 22 participants. Les points de vue des différents participants sont analysés en se référant aux deux objectifs de la présente recherche, soit :

- Expliquer le faible niveau de pénétration des systèmes de chauffage urbain et de réseaux thermiques au Québec;
- Explorer les opportunités et défis du développement du chauffage urbain et de réseaux thermiques dans les municipalités du Québec.

En base à ces objectifs de recherche, il a été possible de faire ressortir certains éléments convergents dans les témoignages des participants. Ainsi, selon les participants, trois facteurs majeurs pourraient permettre d'expliquer, en partie, le faible niveau de pénétration des réseaux thermiques au Québec, soit :

1. le faible prix de l'hydroélectricité québécoise;
2. la culture Hydro-Québec(oise);
3. l'inertie politique, l'organisation municipale et la complexité réelle ou perçue des projets de chauffage urbain.

En outre, dans les projets qui ont réussi, trois facteurs sont également identifiés par les participants comme étant centraux pour la faisabilité et la rentabilité technique et économique des réseaux thermiques, soit :

1. la densité urbaine ou le volume de la demande énergétique pour un seuil donné d'immeubles;
2. le potentiel de développement régional dans l'utilisation de ressources locales;
3. la présence d'une vision politique à l'échelle locale et le désir de positionnement à l'échelle régionale (nationale).

Dans les sections suivantes, ces témoignages seront présentés eu égard aux éléments de problématique et conceptuels évoqués précédemment.

4.1 Facteurs dissuadant l'implantation de réseaux thermiques au Québec

4.1.1 Faiblesse des prix de l'énergie québécoise

Parmi les éléments soulevés par les participants durant les entrevues, la faiblesse des prix de l'énergie (de l'électricité, mais aussi du gaz naturel) est ressortie comme un facteur central permettant d'expliquer le faible niveau de pénétration des réseaux thermiques au Québec. En fait, plus du trois quarts des acteurs-clés interviewés ont soulevé les faibles coûts de l'énergie au Québec comme étant un problème d'envergure. Plusieurs accusent les faibles coûts d'énergie d'être responsables du peu d'efforts faits au Québec en termes d'efficacité énergétique, et du faible niveau de pénétration d'énergies alternatives et renouvelables. Appuyé par d'autres participants, l'un d'entre eux mentionne que « la consommation élevée d'énergie serait intrinsèquement liée à son faible prix » (1.1, Q), faisant de la surconsommation un autre problème important auquel le Québec doit faire face.

Tel qu'abordé au début du présent travail, la faiblesse des prix de la ressource électrique québécoise est un fait reconnu par plusieurs auteurs (Haley, 2014; Lanoue et Mousseau, 2014; Mousseau, 2009; Pineau, 2010), par des organisations (ACE, 2012; ACRT, 2009; AIEQ, 2008) et par la société d'État elle-même (HQ, 2013) et le gouvernement du Québec (Québec, 2006). Dans son rapport d'avril 2014 intitulé *Comparaison des prix de l'électricité dans les grandes villes nord-américaines*, Hydro-Québec illustre clairement l'avantage que possède le Québec sur les autres régions d'Amérique du Nord en termes de prix de l'électricité. Il est ainsi établi que les prix moyens d'électricité facturés aux clients résidentiels (pour une consommation approximative de 1000 kWh) québécois est de 7,06 cents/kWh, comparativement à une moyenne de 14,09 cents/kWh pour l'ensemble des villes nord-américaines. Le tableau

ci-dessous présente différents prix pour plusieurs grandes villes nord-américaines et canadiennes, et ce, pour les clients résidentiels et de grande puissance.

Tableau 4: Prix de l'électricité dans quelques grandes villes nord-américaines, 2012

Ville / région	Résidentiel* (cents/kWh)	Grande Puissance** (cents/kWh)
Montréal	7.06	5,05
Calgary	13.41	7,42
Ottawa	13.45	13,31
Toronto	13.78	11,13
Vancouver	9.71	6,66
Winnipeg	7.89	4,54
Boston	20.42	13,98
Chicago	11.61	9,57
Detroit	16.20	8,09
Houston	12.91	8,30
Miami	10.94	7,53
New York	30.74	21,25
San Francisco	26.15	10,71
Seattle	10.44	6,83
Région de la Nouvelle-Angleterre	18,29	11,22

Sources Hydro-Québec, 2014 et US. Energy Information Administration, 2014

*Consommation mensuelle de 1000kWh.

** Consommation mensuelle de 3 060 000kWh et d'une puissance appelée de 5000kW.

Les figures 5 et 6 permettent de mieux visualiser le positionnement québécois par rapport aux autres villes d'Amérique du Nord quant à la tarification électrique du secteur résidentiel (petit consommateur énergétique) et du secteur industriel (grand consommateur énergétique).

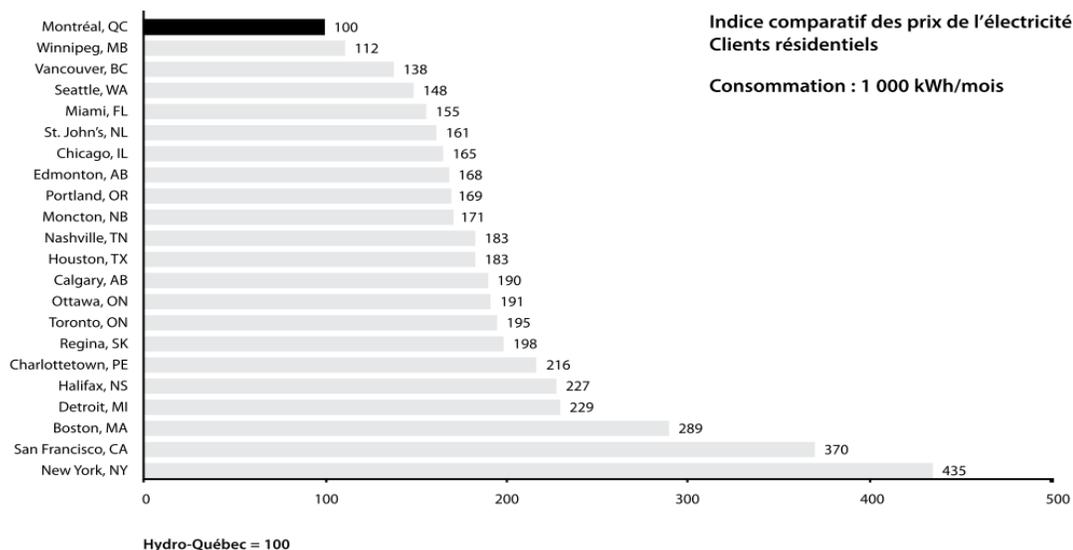


Figure 5— Indice comparatif des prix de l'électricité, clients résidentiels, 2012

Source : Hydro-Québec, 2014.

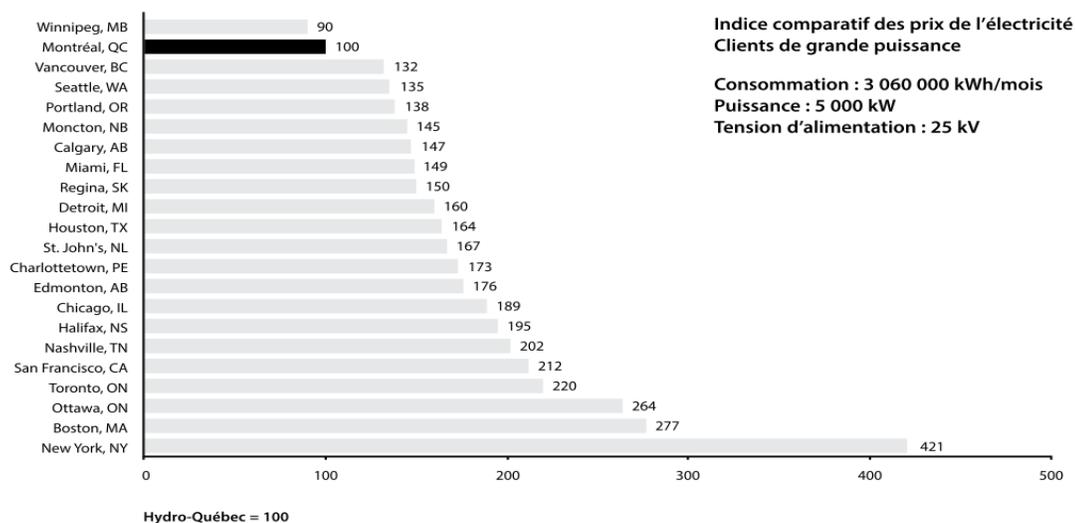


Figure 6— Indice comparatif des prix de l'électricité, clients de grande puissance, 2012

Source : Hydro-Québec, 2014.

En comparaison aux autres pays du globe, le Québec se positionne aussi avantageusement en ce qui a trait aux prix de son électricité. La figure 7 permet de constater que les prix de l'électricité au niveau résidentiel au Canada se situent en bas de la liste, avec des prix très concurrentiels. Il va sans dire que le Québec jouit d'une position encore plus reluisante que la moyenne canadienne, affichant les tarifs

énergétiques les plus faibles parmi les provinces canadiennes. En conséquence, cela permet de constater que si le Québec faisait partie de la liste des nations affichées à la figure 7, il arriverait bon premier en ce qui a trait à la faiblesse de ses prix d'électricité (plus faible que ceux du Mexique). En outre, les prix de l'électricité du Québec sont plus faibles que les tarifs en vigueur dans quelconque pays européen. À titre indicatif, la moyenne des tarifs électriques pour l'ensemble des 28 pays membres de l'Union européenne est de 0,26 cent/kWh (0,1799 euro/kWh) (Eurostat, 2014), et aucun pays de l'Union n'a des tarifs plus faibles que ceux du Québec.

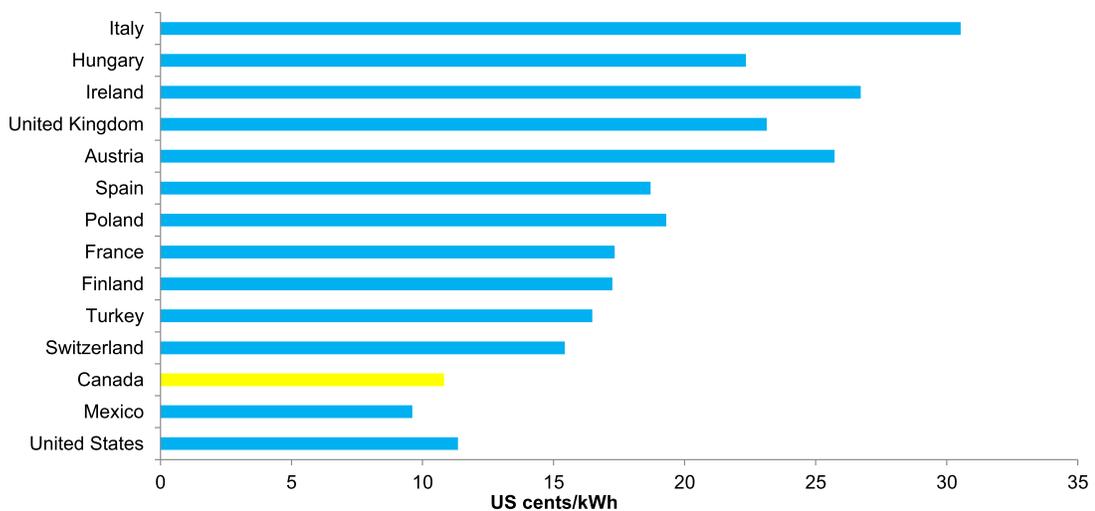


Figure 7— Prix de l'électricité du secteur résidentiel pour divers pays, 2009

Source : Association canadienne de l'électricité, 2012

Faibles prix, faibles incitatifs au développement de solutions alternatives?

Or, tel qu'évoqué au chapitre 1, il semble effectivement que ces prix représentent un problème de taille quand vient le temps d'inciter au développement de nouvelles alternatives énergétiques, ou encore pour la mise en place de mesures d'efficacité énergétique. Certains participants corroborent l'argumentaire scientifique voulant que les bas prix de l'énergie soient un obstacle à l'innovation énergétique, au développement des mesures et procédés d'optimisation et de production alternative d'énergie (Brown, 2001; Cagno et al., 2013; Chai et Yeo, 2012). Comme le reconnaît un participant, ces bas prix nuisent donc à la diversification des sources d'approvisionnement en énergie,

diversification pourtant jugée primordiale pour l'avenir énergétique du Québec (Lanoue et Mousseau, 2014). Certains participants insistent aussi sur le gaspillage de l'or bleu, la ressource hydroélectrique, alors que les faibles coûts n'incitent pas à l'adoption d'habitude d'économie de l'électricité.

Contexte énergétique régional et continental

En ce sens, la grande majorité des participants évoquent que les Québécois, les entreprises, les institutions et les municipalités, pourraient et devraient en faire davantage en terme environnemental et de sobriété énergétique. Deux des participants en viennent cependant à souligner qu'au-delà du Québec, le contexte énergétique en général, en Amérique du Nord, serait actuellement défavorable à une action collective (et individuelle) plus poussée en efficacité énergétique ou en production d'énergie renouvelable. Ils citent notamment la familiarité, la convivialité et la faiblesse des coûts du gaz naturel sur le continent nord-américain comme étant un obstacle. C'est-à-dire que le gaz naturel est actuellement abondant, il utilise une technologie connue, éprouvée et possède une grande adaptabilité, pouvant répondre à tous les besoins (transport, chauffage, électricité). En conséquence, selon l'un d'eux, actuellement, le contexte énergétique, économique et politique ne pousserait donc pas à l'action envers les alternatives, souvent moins connues et jugées comme étant plus incertaines.

Cependant, tel que le mentionne un participant, cette faiblesse des prix de l'énergie n'est certainement pas éternelle, et pourrait être de courte durée. Déjà les Québécois assistent à des augmentations progressives de leurs tarifs d'électricité dans les dernières années et, du moins au Québec, un choc haussier serait à prévoir à moyen long terme, selon l'un des participants issus du secteur énergétique :

Contrairement à la pensée commune, le Québec est un importateur net d'électricité, en bonne partie à cause de la centrale de Churchill Falls, au Labrador, qui nous permet actuellement de produire de l'énergie à très très très (bis) faibles coûts. Mais comme la centrale est sous bail emphytéotique, et que ce contrat se termine en 2041, dès cette date le Québec devra trouver de nouvelles alternatives de production ou signer un contrat d'achat à un prix 5, 10 ou 20 fois plus élevé

qu'actuellement (1, Q).

Si à l'échelle nationale et continentale les prix de l'hydroélectricité devaient croître, tout comme les prix des énergies fossiles, tel que cité par ce participant et tel qu'abordé notamment par Menanteau et al. (2003), il va sans dire que cela pourrait représenter une opportunité pour le développement d'alternatives énergétiques, comme les réseaux thermiques, par exemple.

Le facteur prix, un facteur secondaire?

Allant à contresens de la majorité des participants interviewés, un autre participant remet, quant à lui, en question l'argumentaire du prix, en évoquant que le prix de l'hydroélectricité n'est finalement peut-être pas si compétitif en comparaison aux énergies produites par certains réseaux thermiques.

L'[hydro]électricité est tout de même assez chère au Québec, malgré ce qu'on en dit. Au niveau résidentiel, les tarifs sont d'environ 0,078\$/kWh (tarif R), alors que les tarifs pour les institutions et les commerces sont plus élevés, autant que 0,10\$/kWh (tarif G), et les industriels paient environ 0,06\$ à 0,08\$/kWh. Donc, l'implantation de réseaux thermiques alimentés à la biomasse ou à la géothermie n'est pas saugrenue, car les tarifs sont relativement concurrentiels, à environ 0,10\$/kWh selon ce que j'ai vu, et ça peut même être plus bas encore dans certaines conditions favorables (9, B).

Ce participant relativise ainsi l'importance qui se doit d'être accordée au facteur 'prix comme obstacle au développement des réseaux thermiques, témoignage d'ailleurs corroboré par le rapport de la Commission sur l'avenir énergétique du Québec qui affirme que l'avantage compétitif de l'hydroélectricité s'estompe graduellement, face à de nouvelles sources d'énergies abondantes et à faible prix (Lanoue et Mousseau, 2014). Pour lui, et pour nombreux autres participants, les facteurs culturels, les "bonnes vieilles habitudes", ainsi que certains blocages institutionnels ou réglementaires pourraient très bien peser plus lourd dans la balance quand vient le temps de choisir l'énergie à utiliser.

4.1.2 La culture Hydro-Québec(oise)

Certains participants identifient Hydro-Québec comme étant un produit culturel. L'histoire du Québec "moderne" serait imprégnée, probablement à raison, de cette institution ayant eu des impacts économiques et politiques importants sur les Québécois et dans leur imaginaire collectif (Savard, 2013). Cela fait qu'encore et toujours, selon certains participants, le bagage historique, la "tradition" d'utiliser et "de se brancher à Hydro", pour reprendre les dires de certains participants, interfèrent dans les processus décisionnels des décideurs publics et privés, collectifs et individuels. Il n'y aurait pas de véritable second choix.

Certes, il y a le gaz naturel qui est parfois considéré dans les grands ensembles industriels ou institutionnels, "grâce à la proactivité de Gaz Métro dans les dernières années", selon un participant (9,B), mais encore est-il qu'en général, instinctivement, l'hydroélectricité est la solution adoptée par les gens quand vient le temps de s'alimenter en énergie au Québec, selon certains participants. Malgré la promotion accrue et un accroissement important de son nombre de clients résidentiels dans les dernières années, Gaz Métro se fait rafler la part du lion des nouveaux branchements énergétiques par l'hydroélectricité. En effet, les nouveaux branchements au gaz naturel, dans le secteur résidentiel, ont atteint leur sommet en 2008, avec 23% des nouveaux branchements, pour redescendre à 19% des nouveaux branchements en 2009 (Gaz Métro, 2010).

À titre de comparaison, depuis quelques années, malgré les hausses successives des tarifs hydroélectriques et les baisses de tarifs du gaz naturel, cela ne semble pas ralentir la progression des branchements à l'hydroélectricité au bénéfice d'autres sources d'énergie, telle que le gaz naturel. Encore à titre de comparaison, pour la période 2007-2009, le nombre de branchements à Hydro-Québec s'est accru de 91 360 abonnés (HQ, 2011), alors que le nombre de branchements à Gaz Métro s'est accru de 9 069 abonnés (Gaz Métro, 2010). Les Québécois ont ainsi été dix (10) fois plus

nombreux à adhérer à Hydro-Québec durant cette période. Bien que les infrastructures de distributions de Gaz Métro ne couvrent pas l'ensemble du Québec (ils couvrent toutes les régions les plus peuplées du Québec) (Gaz Métro, 2010), il semble ainsi intéressant de se questionner sur les motifs qui portent autant de Québécois à privilégier l'option hydroélectrique à l'option du gaz naturel qui semble tout aussi, sinon davantage alléchante? Faute de temps et d'informations, le chercheur n'a pu s'enquérir sur le sujet dans le cadre de la présente recherche.

Continuant l'argumentaire, pour comprendre l'importance de l'hydroélectricité dans les habitudes de consommation d'énergie des Québécois, le ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN) montre que, malgré la progression plus rapide du branchement au gaz naturel, probablement à cause de la faiblesse des cours sur le marché régional, l'hydroélectricité demeure, tout comme le pétrole dans les transports, de loin, la principale source d'énergie consommée au Québec (MRN, 2013).

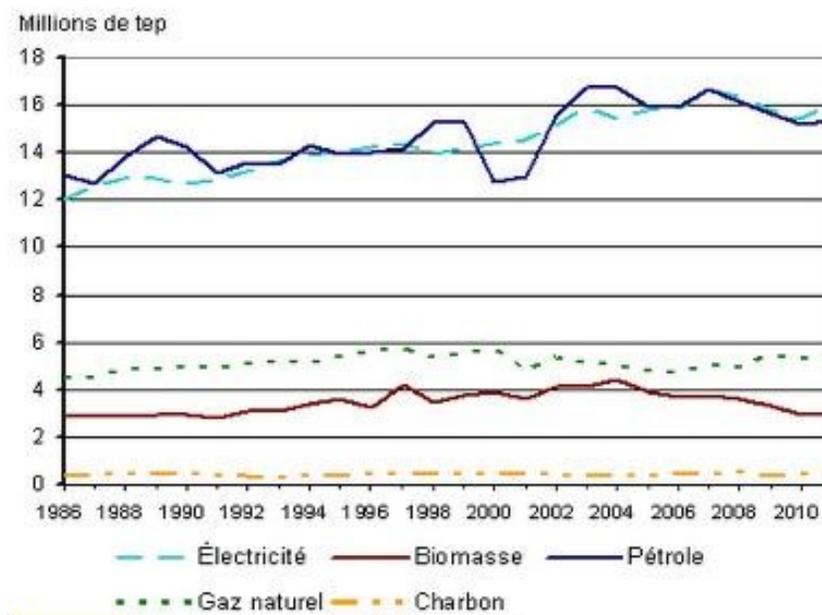


Figure 8— Graphique de la consommation d'énergie par forme, au Québec, 2011
Sources : Ministère des Ressources naturelles et Statistiques Canada⁹

⁹ Sur le site internet du Ministère des ressources naturelles du Québec : <http://www.mern.gouv.qc.ca/energie/statistiques/statistiques-consommation-forme.jsp>.

Hydro-Québec, un frein au développement des énergies alternatives?

Hormis cette popularité flagrante de l'hydroélectricité au Québec, quelques-uns des participants affirment qu'Hydro-Québec, bien qu'ayant été bénéfique socialement et économiquement pour le Québec, agirait aujourd'hui davantage comme un frein au développement d'énergies alternatives, voire même à la mise en place de mesure d'efficacité énergétique. Le prix de son énergie, la fiabilité de son service et l'omniprésence d'Hydro-Québec dans le décor québécois seraient des facteurs déterminants. À cet effet, tout comme certains autres, ce participant y fait bien référence :

Au Québec, c'est la « facilité ». Pourquoi on irait se casser la tête avec des nouvelles énergies, des systèmes complexes et technologiques qu'on connaît peu ici? On préfère ne pas se casser la tête et se brancher à Hydro[-Québec], c'est plus simple, moins coûteux, efficace et fiable (8.2, F).

Pour faire suite à ce témoignage, alors que sans l'ombre d'un doute tous les participants étaient familiers avec l'hydroélectricité, la connaissance des réseaux thermiques quant à elle était moins certaine. Sur les 22 participants questionnés, 13 ont affirmé avoir une bonne connaissance du chauffage urbain et des réseaux urbains. Ces participants possédaient une certaine connaissance du chauffage urbain, citant des exemples de projets existants, et parlant de certains avantages et inconvénients de cette filière énergétique. Fait intéressant à noter, la quasi-totalité des participants au profil d'ingénieur affirmait connaître le chauffage urbain ou les réseaux thermiques. En plus, cinq (5) autres personnes interviewées affirmaient ne pas connaître ces systèmes, mais après que des explications leur soient fournies, ils mentionnèrent être familiers avec ces systèmes. Après coup, ils ont pu nommer des exemples, donner certains détails flous sur ces infrastructures, mais sans toutefois entrer dans les détails plus complexes comme le premier groupe. Finalement, quatre (4) des participants rencontrés disaient n'avoir aucune connaissance de ces systèmes et étaient incapables de nommer des exemples. Autre fait intéressant à noter, plusieurs représentants d'organisations clés du

secteur énergétique affirmaient ne pas connaître ou semblait connaître très peu le chauffage urbain, ce qui laisse croire au chercheur qu'il y a certainement une culture de l'hydroélectricité au Québec, et que, considérant le niveau relativement faible de connaissance des réseaux thermiques par des professionnels du milieu énergétique et municipal, l'on constate chez les dirigeants ou professionnelles, municipaux particulièrement, une méconnaissance de l'option énergétique que représente le chauffage urbain et les réseaux urbains.

Comment se fait-il que les réseaux thermiques demeurent si peu connus des professionnels du milieu au Québec, alors qu'ailleurs, en Scandinavie, comme en Suède ou au Danemark, notamment, la majorité des édifices et habitations y sont branchés ? En effet, tel que mentionné précédemment, la Suède, pour ne nommer qu'elle, connaît un des taux les plus élevés de pénétration des réseaux thermiques dans son portefeuille énergétique (Connelly et al., 2013). Et, curieusement, elle semble vivre une situation similaire à celle du Québec, excepté non pas avec l'hydroélectricité, mais avec le chauffage urbain. Dans les années d'après-guerre, la Suède a vu croître de manière quasi exponentielle le nombre de projets de réseaux thermiques (Ericsson, 2009). Le choix de ce mode de production d'énergie aurait été basé sur le fait que les réseaux thermiques permettaient de produire une énergie abondante, de manière efficiente, et à prix relativement faible (notamment en pouvant utiliser du fioul lourd, moins coûteux que de l'huile légère raffinée), et d'une flexibilité impressionnante (idem). Ces réseaux pouvant s'alimenter d'une variété de sources de chaleur, que ce soit l'huile, l'incinération de déchets, les rejets thermiques industriels, etc., ce qui s'avéra un atout incommensurable pour une nation peu dotée en termes de ressources énergétiques.

Aujourd'hui, les réseaux thermiques pourraient, à l'instar du commentaire d'un des participants sur Hydro-Québec, être considérés comme étant un référent culturel, un produit culturel de la nation suédoise. La population suédoise semble avoir développé auprès des réseaux thermiques une relation similaire à celle que les Québécois ont avec l'hydroélectricité. Les Suédois louangeraient ainsi la fiabilité des réseaux thermiques,

la faiblesse de ses coûts et le confort que procure ce type de chauffage (idem). Aussi, bien que la libéralisation du marché énergétique de l'Europe du Nord ait occasionné une augmentation des prix pour les foyers suédois, il n'en demeure pas moins que les réseaux thermiques demeurent populaires et sont encore perçus positivement par les Suédois (Ericsson, 2009), au même titre que cela semble être le cas pour l'hydroélectricité au Québec. Conséquemment, il serait intéressant de creuser plus loin les dynamiques et les relations qu'entretiennent les Suédois avec leurs réseaux thermiques, afin de voir, notamment, s'ils rencontrent des freins similaires au développement des autres alternatives énergétiques, comme certains participants interviewés semblent le penser dans le contexte québécois.

Malgré que plusieurs participants affirment être ouverts à l'intégration de nouvelles technologies énergétiques dans le portefeuille énergétique du Québec, il y a peu de consensus sur la voie à emprunter pour garantir la sécurité énergétique du Québec. Certains argumentent qu'il faut profiter du contexte d'abondance du gaz naturel bon marché pour élargir le bassin d'utilisateur de cette source d'énergie; plusieurs semblent croire que l'efficacité énergétique est la première et plus importante avenue à suivre; alors que d'autres proposent une kyrielle de solutions, passant de la biomasse jusqu'à l'énergie solaire. Toutefois, alors que l'hydroélectricité est perçue positivement, un certain nombre de préoccupations est émis sur la fiabilité des techniques, procédés et technologies énergétiques alternatives et la faisabilité du transfert énergétique vers des sources d'alimentation énergétique autre que l'hydroélectricité.

La transmutabilité des infrastructures énergétiques, un obstacle majeur?

Relativement aux problèmes anticipés dans l'implantation ou le développement du chauffage urbain, un participant cite ce qui semble être un facteur déterminant dans la progression des réseaux thermiques au Québec : la difficulté relative à la transmutabilité des infrastructures énergétiques. Par transmutabilité, l'on entend la faisabilité du changement d'un système de chauffage électrique (plaintes calorifères)

en chauffage hydronique (fonctionnant à l'eau et alimenté par un réseau thermique)¹⁰. Ce participant affirme qu'il y a un véritable défi technique dans l'arrimage entre les systèmes électriques et l'installation de systèmes hydroniques. Cette modification profonde dans la mécanique du bâtiment peut représenter des coûts astronomiques comparativement aux gains énergétiques escomptés. Un autre participant renchérit sur le même exemple en évoquant que : «au niveau des coûts ce n'est pas encore totalement rentable financièrement, mais d'un point de vue environnemental, ce l'est. Si on poussait une analyse plus loin, peut-être qu'on viendrait à calculer que c'est plus rentable à long terme » (8.1, D). Conséquemment, bien que non insurmontable, l'omniprésence des systèmes électriques dans la plupart des édifices québécois semble agir comme un facteur dissuadant face à l'adoption de nouvelles sources et technologies (et infrastructures) énergétiques, notamment vu les coûts très élevés de changements de système énergétique dans la mécanique même du bâtiment.

Les alternatives à l'hydroélectricité, des solutions crédibles et fiables?

Pour ce qui est de la fiabilité des énergies alternatives, plusieurs participants relatent que plusieurs technologies d'énergies alternatives sont aux prises avec des défis de tailles si elles veulent se répandre à grande échelle. Le cas de la biomasse est à cet égard souvent cité en exemple. Deux participants mentionnent que la biomasse (forestière, mais aussi issue des matières résiduelles) peut bien fonctionner à petite échelle, mais qu'à grande échelle elle devient problématique pour plusieurs raisons. De nombreux participants identifient l'approvisionnement de la biomasse forestière comme étant un des principaux problèmes à cause du faible nombre de fournisseurs actuellement sur le marché québécois, de la difficulté intrinsèque au maintien de niveau d'humidité et la qualité (grosceur, type, etc.) de la matière ligneuse (copeaux, par exemple). Plusieurs affirment que le stockage est également problématique alors que

¹⁰Les systèmes de chauffage hydroniques font références à des systèmes de chauffage non électrique, utilisant des radiateurs (calorifères) à eau chaude alimenté par une chaudière (fonctionnant au gaz, au mazout, à la biomasse, etc.) ou un autre système de production de chaleur (géothermie, panneaux solaire thermique, etc.).

la matière doit être conservée à une certaine température et à humidité constante. En plus, son stockage occupe une superficie de plancher de loin supérieure à un réservoir de gaz naturel, ce qui implique une perte pour plusieurs entreprises, pour reprendre les dires de l'un des participants. Aussi, son transport et son entreposage causeraient des problèmes, selon certains participants, alors que la matière ligneuse doit parcourir des centaines, voire des milliers de kilomètres entre le lieu de production et de consommation, ce qui occasionne des coûts supplémentaires et beaucoup de pollution sonore et atmosphérique, particulièrement si les livraisons doivent se faire à des édifices situés dans de grandes villes comme Montréal. Ce qui amène deux participants à se questionner sur la nécessité d'installer les centrales de production d'énergie à proximité des foyers de consommation afin de réduire les frais d'infrastructures des réseaux thermiques, mais également pour diminuer les coûts de transports. Entre autres, deux participants soulèvent également la question de l'acceptabilité sociale qui peut être difficile et coûteuse en temps et en argent, et ce, autant en ce qui a trait à l'exploitation de la ressource forestière à des fins de combustible, qu'aux impacts environnementaux collatéraux (pollution issue de la combustion du bois et du transport de la matière ligneuse).

En ce qui a trait à l'exemple de la biomasse, une fois de plus, il serait pertinent de se pencher davantage sur les motifs expliquant ce faible niveau de crédibilité accordé ici, au Québec, à la biomasse, alors même que l'Europe semble miser de plus en plus sur cette technologie. Tel qu'abordé plus tôt, le récent rapport Heat Road Map Europe 2050 (Connolly et al., 2013), préparé par une douzaine de collaborateurs universitaires de deux universités européennes distinctes, et de deux organisations du milieu énergétique européen, affirme que la biomasse fait définitivement partie du cocktail énergétique nécessaire à assurer la sécurité et la transition énergétique de l'Europe des 27 d'ici le milieu du XXI^e siècle. Il semblerait que l'Europe veuille miser de plus en plus sur cette technologie pour assurer sa sécurité énergétique et atteindre ses objectifs de réduction des gaz à effets de serre (Connolly et al., 2013). Les exemples de la Suède, de l'Autriche, du Danemark et de la Finlande, en tant que chefs de file de l'utilisation

de la biomasse, sont illustrés afin de prouver que la faisabilité technique et économique de la biomasse est établie. La Suède, à elle seule, produirait un impressionnant 86 petajoules (PJ) de chaleur à partir de la biomasse (forestière et issue de matières résiduelles) (Connolly et al., 2013). La biomasse semble donc être une technologie fonctionnelle, éprouvée, stable et acceptable en Europe, alors qu'ici les acteurs-clés semblent en douter. Face à cet enthousiasme et à ce développement bien réel de la filière biomasse en Europe, de toute évidence ce groupe de chercheurs européens ne semble pas partager les craintes des participants québécois rencontrés. Serait-ce donc le fruit du peu d'expérience québécoise ou du faible nombre de *success story* de projets énergétiques alimentés à la biomasse au Québec qui refroidit les ardeurs des acteurs-clés rencontrés? Ou est-ce que la réalité québécoise est différente de celle de l'Europe en termes de technologies, de procédés ou d'expertises disponibles, ou encore en termes de quantité et qualité de la biomasse disponible? La question se pose, mais la présente étude ne peut y répondre que partiellement.

En effet, alors que certains critiquent sévèrement les alternatives énergétiques, avec des propos tels que « l'hydroélectricité, c'est fiable, mais les autres technologies, comme les réseaux thermiques ou la biomasse, n'ont pas encore faits leur preuve au Québec » (2.1, Q), d'autres semblent croire à leur potentiel dans le contexte québécois et croient que si le concept marche ailleurs, il devrait fonctionner également au Québec. Certains vantent ainsi les mérites des technologies de réseaux thermiques, en affirmant par exemple que « les technologies telles que la géothermie et la biomasse sont éprouvées. Elles fonctionnent, et très bien en plus » (8.1, J). Sur l'ensemble des entrevues réalisées, un plus grand nombre de participants semblent toutefois croire que les technologies sont à point, mais que d'importants défis subsistent pour leur implantation au Québec.

Parmi tant d'autres, des commentaires ont été émis par quelques participants concernant le manque d'expertise au Québec, ce qui minerait l'implantation de ces technologies, tels que le chauffage urbain et les réseaux thermiques. L'expertise serait

en hydroélectricité, alors qu'elle serait déficiente dans les autres domaines.

Je crois que la technologie fonctionne (biomasse forestière et de résidus domestiques), car il y a plusieurs exemples un peu partout qui fonctionnent bien, mais il y a clairement un manque d'expertise au Québec en la matière, et ce, autant au niveau des consultants que des constructeurs, ce qui peut expliquer en partie pourquoi ça ne fonctionne souvent pas bien [dans certains cas de projets de réseaux thermiques implantés au Québec] (8.2, B).

En ce qui a trait à la vision ou à la volonté politique des dirigeants publics et privés de s'attaquer aux problèmes énergétiques du Québec, un des premiers problèmes soulevés par certains participants traite du niveau de connaissance des alternatives énergétiques qui s'offrent aux individus, aux entreprises ou aux municipalités. Alors que les ingénieurs et les experts du milieu énergétique semblent connaître plusieurs alternatives énergétiques, à coûts concurrentiels, les citoyens, les élus et les responsables municipaux semblent, quant à eux, selon les participants, peu au fait des opportunités qui existent en termes d'efficacité énergétique, de réduction de la consommation, de production d'énergie renouvelable et de récupération de chaleur, et de diminution de leurs coûts de fonctionnement et d'opération. En somme, alors que l'hydroélectricité est bien connue, les autres alternatives ne le sont pas. Serait-ce, car l'abondance de l'or bleu n'a jamais vraiment incité à une réflexion plus en profondeur sur les alternatives possibles?

Peut-être en lien avec cette abondance énergétique à faible prix, près du quart soulignent le faible niveau d'intérêt de la plupart des acteurs et organisations publiques et privées envers les questions environnementales et, surtout, écoénergétiques. Certains participants dans des positions de cadres ou près des pouvoirs politiques (élus municipaux) mentionnent qu'au-delà des discours politiques sur le développement durable, peu d'actions sont véritablement mises en branle sur le terrain, et que «le» politique prend bien souvent le dessus sur les décisions. À titre d'exemple, un participant évoque le faible niveau de contrôle ou de compilation de données sur les niveaux de consommation d'énergie des municipalités. Selon ce dernier, rarissimes

sont les municipalités dressant un bilan complet de leur niveau de consommation d'énergie, et cherchant ainsi à réellement diminuer leur niveau de consommation d'énergie. Appuyés par d'autres participants, ils identifient encore une fois les faibles coûts de l'énergie, et de l'électricité en particulier, comme étant un frein à la volonté environnementale des décideurs. Plusieurs des participants témoignent d'ailleurs de ce peu d'intérêt des municipalités envers les questions énergétiques, et l'un d'eux résume leurs propos en affirmant :

l'énergie n'est pas une priorité pour les municipalités ici [au Québec], comparativement à ailleurs dans le monde. C'est en bonne partie à cause qu'ici l'approvisionnement est assuré, ou presque, et les coûts sont faibles, très faibles (1, J).

Culture d'abondance, culture d'inefficience?

Poursuivant la réflexion, bien que la presque totalité des participants ont parlé positivement d'Hydro-Québec et du fait que sa source d'alimentation, l'eau, est propre et renouvelable, certains participants ont soulevé l'envers de la médaille d'avoir une source d'énergie si propre et si abondante à faible prix. L'un d'eux a même exhibé une opinion pessimiste sur les prétentions écologistes des Québécois, en faisant remarquer que :

Avec l'hydroélectricité, les Québécois ont une fausse impression d'écologisme [à cause de la propreté de la ressource hydroélectrique]. En réalité, il y a un désintéressement général de la population envers les questions environnementales et énergétiques. Les sacs de plastique en sont un exemple parlant. Il a fallu que les gens commencent à les payer pour qu'ils décident de changer leurs habitudes et d'être plus écolos! Ce serait la même chose avec l'électricité, quand ils la paieront plus cher, ils vont faire plus attention à leur consommation (8.2, M).

Apaisant la conscience environnementale, cette impression d'écologisme nuirait considérablement à l'autocritique des Québécois et aux changements des manières de faire en général, et aux manières de consommer et d'utiliser l'énergie en particulier. Au niveau municipal, par exemple, selon quelques participants, les priorités des

municipalités ne seraient pas énergétiques, ce qui constituerait un défi de taille quant au développement de nouveaux projets de productions d'énergie. En termes d'aménagement du territoire, l'un de ces derniers évoque que « les priorités municipales touchent plutôt le transport (...), surtout qu'en termes d'impact environnemental et énergétique, c'est plus significatif au Québec vu que l'hydroélectricité qui nous alimente est verte » (3.1, F). Ces dires viennent confirmer l'analyse d'Hamman (2012) et Daetra (2003) qui affirment qu'au-delà d'une sensibilisation en croissance aux questions environnementales, et au-delà des discours politiques, l'action publique en faveur d'un écologisme renouvelé demeure timide, voire inexistante et que son « intégration dans les politiques territoriales en DD n'a rien de naturel » (Hamman, p.43). La perception de propreté de la ressource hydroélectrique, combinée à sa relative abondance nuirait ainsi aux renouvellements des pratiques et habitudes de consommation. Cette perception nuirait aussi pour alimenter la réflexion quant à la source d'alimentation en énergie elle-même, créant une forme de paresse devant un changement dit nécessaire des sources d'approvisionnement, mais qui, au quotidien, n'affecte actuellement guère le citoyen moyen. Qu'est-ce qui pourrait donc inciter le citoyen moyen à chercher des alternatives? Faudra-t-il réellement que les prix augmentent considérablement pour que les Québécois s'ouvrent aux alternatives énergétiques (efficacité énergétique, réseaux thermiques, etc.) ?

Sans qu'une question en ce sens ne leur soit demandée, le quart des participants ont soulevés de leur propre chef qu'il doit y avoir un changement dans les habitudes de consommation de l'énergie (l'électricité en particulier) au Québec, et qu'il doit y avoir plus de sensibilisation sur les questions environnementales et énergétiques. La sobriété énergétique se doit donc selon certains d'être davantage encouragée, alors que d'autres disent qu'une plus grande sensibilisation devrait être faite sur les différentes sources d'approvisionnement en énergie, afin d'encourager le développement des énergies alternatives et de la production locale d'énergie. Une remise en question de la culture Hydro-Québec(oise) est ainsi proposée par certains participants, et pour ce faire, le développement de projets phares, de « *landmark* » pour reprendre les termes d'un des

participants, serait nécessaire selon plusieurs des participants pour démontrer que les alternatives à l'hydroélectricité fonctionnent. À cet égard un participant évoque que « les mentalités peuvent changer très vite, la mode peut avoir un effet en chaîne assez rapide. Il faut séduire les gens, faut les sensibiliser et monter des projets phares et les mentalités vont changer» (8.2, C). Un autre seconde en supportant que les projets phares, utilisant des technologies novatrices, puissent avoir un effet d'entraînement même si elles sont plus coûteuses : «Je crois que des projets comme Cité verte sont importants même s'ils sont coûteux à créer, car ils sont des *landmarks*, des modèles pour sensibiliser et inciter les citoyens, les entrepreneurs, les gouvernements à aller plus loin. Il faut démontrer que ça marche et que ça peut marcher dans d'autres contextes » (8.2, L). Serait-ce donc la voie à emprunter pour ouvrir la culture Hydro-Québec(oise) des Québécois aux alternatives énergétiques à disposition? Des recherches subséquentes pourraient certainement tenter d'y répondre.

4.1.3 Inertie politique, organisation municipale et complexité

Faisant le pont avec la section précédente, que ce soit culturel ou que ce soit un choix rationnel, il semblerait y avoir une certaine inertie dans la manière de conduire les affaires municipales, dans la manière de prendre les décisions en matière énergétique chez les décideurs politiques. Selon certains participants, la culture politique des élus et des gestionnaires municipaux en serait davantage une d'offreur de services publics et de gestionnaire public, plutôt que d'entrepreneur et de développeur. Celui-ci affirme qu'« ailleurs, en Europe et aux États-Unis, il y a une mentalité d'affaires plus développée chez les conseils municipaux. Ils voient plus large. Quand on parle de générer des revenus au Québec, on est frileux. On n'a pas cette mentalité *business*. Ailleurs ils cherchent plus activement des sources de revenus. Ici, on attend après le gouvernement » (8.2, J).

Électoratisme ou manque d'intérêt envers les questions énergétiques?

Eux-mêmes au diapason de leurs concitoyennes et concitoyens, il s'avère selon

certains participants qu'il y a un manque flagrant de connaissance sur les réseaux thermiques et les alternatives énergétiques à l'hydroélectricité. Un participant insiste par exemple sur le changement de mentalité qui doit s'opérer et la sensibilisation accrue qui doit être faite auprès des dirigeants d'entreprises et municipaux qui privilégient encore et toujours les solutions connues, rassurantes :

Il semble y avoir un manque de connaissance flagrant des acteurs (municipalités, promoteurs immobiliers, etc.), mais aussi de la clientèle qui ne demande pas cela, car elle n'est pas familière, elle est sceptique, ne connaît pas donc croit que c'est toujours plus risqué que l'Hydroélectricité qui, elle, a fait ses preuves. (9, T).

Tel qu'évoqué précédemment, et bien qu'allant à contresens des positions de plusieurs participants, environ le tiers des participants constatent dans leur pratique quotidienne le peu d'intérêt du milieu municipal et des élus envers les questions énergétiques. Les raisons politique et organisationnelle sont souvent évoquées par les participants, et les motifs financiers semblent presque toujours en arrière-plan. En effet, les facteurs financiers reviennent constamment dans les témoignages, comme étant un frein au développement de projets innovants, énergétiques ou pas. Le quart des participants affirment ainsi que les municipalités sont frileuses au risque financier et que les considérations financières viendraient derechef primer sur les considérations environnementales, et ce, aux dires de la plupart des acteurs rencontrés.

En lien avec ce qui précède, la vision politique des élus serait teintée d'électorisme et de rationalisme financier. Près du quart des participants affirment que les élus dirigent les municipalités en fonction d'un horizon à très court terme correspondant au calendrier électoral (mandat de quatre (4) ans des élus municipaux). Ceci aurait pour conséquence que les élus recherchent davantage des projets visibles, dont le retour sur l'investissement est de courte durée, et qui ne comportent pas de risque financier à court, moyen ou long terme. Un des participants soutien cette idée et affirme :

au Québec, du moment que ça nécessite des investissements [publics], il y a un risque et ça agit comme un dissuasif pour les décideurs. Les projets de réseaux thermiques ont souvent des retours sur l'investissement de 10 à 12 ans, parfois plus, alors qu'au-delà de 4 ans, il y a des élections. C'est exactement ce qui a freiné [un projet de production d'énergie alternative à l'échelle municipale] (8.2, J).

Mission fondamentale et habilitation législative des municipalités québécoises

Cela étant dit, l'inertie politique des dirigeants municipaux pourrait possiblement être influencée par d'autres facteurs relatifs à leur contexte proprement québécois. À plusieurs reprises les participants soulèvent que la mission fondamentale des municipalités, leur organisation et l'encadrement légal de leurs responsabilités agissent soit comme un frein, soit comme une opportunité pour qu'elles interviennent en matière de production d'énergie (ou du développement des réseaux thermiques).

Trois participants insistent sur le fait que la mission fondamentale des municipalités touche strictement l'aménagement du territoire et l'offre de certains services locaux, et non pas la production et la gestion de l'énergie. À cet égard, un participant mentionne que « les municipalités n'ont pas à œuvrer ou à gérer la production d'énergie, et leur rôle devrait se limiter à promouvoir de bonnes pratiques d'efficacité énergétique. Ce n'est pas leur mission, ce n'est pas leur fonction » (9.1, L). Nonobstant certaines compétences octroyées en ce sens par la loi, les questions énergétiques, et surtout pas la production d'énergie, ne figureraient dans la mission fondamentale des municipalités, selon ces participants, et pour ces raisons les municipalités devraient laisser aux autres acteurs, tels qu'Hydro-Québec ou aux entreprises privées, le rôle de produire de l'énergie.

Ces témoignages contrastent toutefois avec les positions politiques des associations de municipalités, telles que l'Union des municipalités du Québec (UMQ) qui possède un intérêt marqué pour les questions énergétiques. En effet, l'UMQ identifie l'énergie comme faisant partie des " Grands dossiers " municipaux et, dans son Livre blanc (2013), reconnaît la transition énergétique et climatique comme faisant

partie des principaux défis auxquels sont confrontées les municipalités. Est-ce en lien avec ces témoignages de participants que l'UMQ cherche à se positionner sur ces questions afin d'obtenir davantage de reconnaissance de la part du gouvernement sur le rôle et l'importance des municipalités relativement aux questions énergétiques? Il semble que ce soit le cas. Les municipalités souhaitent notamment davantage de pouvoirs au niveau législatifs en matière énergétique. En effet, l'UMQ reconnaît à plusieurs reprises, dans son Livre blanc, l'existence de contraintes telles que les « rigidités contraignantes voire dépassées du cadre législatif » (p.17), alors même qu'elle s'engage (en échange de pouvoirs supplémentaires) à ce que les élus municipaux « favoris[ent] la prise en charge de nouveaux leviers de développement, telle la production et distribution de l'énergie verte(...) » (p.62).

Allant dans la même direction, plusieurs participants évoquent les limitations de pouvoirs, ou les contraintes législatives, qui inhibent l'intérêt des municipalités envers les questions énergétiques. Parmi les lois citées par les participants comme limitant la capacité des municipalités à intervenir dans le secteur énergétique, on retrouve la loi sur Hydro-Québec (RLRQ c H-5) qui, essentiellement, consacre le monopole énergétique québécois à la société d'État. On retrouve également d'autres lois à portée urbanistique, telle que la loi sur l'aménagement et l'urbanisme (RLRQ c A-19.1), la loi sur les compétences municipales (RLRQ c C-47.1), la loi sur les cités et villes (RLRQ c C-19), le Code municipal du Québec (RLRQ c C-27.1). Ce qui pousse un participant à dire que :

Les lois n'incitent pas les municipalités à s'intéresser à ces questions [énergétiques]. Il est notamment interdit de produire de l'électricité, sauf pour certaines municipalités. Mais la loi fait en sorte que les municipalités interprètent cela comme ne pouvant pas faire aucune forme d'énergie. Ça change de plus en plus, et on le voit avec de nombreux projets d'énergies communautaires un peu partout, mais ce n'est pas encore un sujet important pour les administrations municipales (8.5, P).

L'on peut dès lors se questionner à savoir si réellement ce monopole naturel

sacralisé légalement que constitue Hydro-Québec pourrait agir comme un dissuasif sur le désir des municipalités à s'approprier leur compétence énergétique? Ou est-ce plutôt une perception des acteurs qui croient impossible une incursion municipale dans le secteur énergétique? Car, paradoxalement à ce témoignage, et tel que discuté au chapitre 2, il semble pourtant exister des habilitations législatives qui permettent aux municipalités d'intervenir dans le secteur énergétique? Dans tous les cas, il semble pertinent de se questionner à savoir si le comble de la dissuasion de ce monopole énergétique envers l'appropriation de la compétence municipale énergétique ne réside pas dans l'argumentaire économique : avec ses économies d'échelles et la quantité et qualité de ses ressources, Hydro-Québec vient offrir une rude concurrence directe à toute nouvelle avenue privée (ou municipale) de production d'énergie. À plusieurs égards, Hydro-Québec semble bel et bien constituer un monopole naturel.

Il demeure que l'encadrement des responsabilités et des pouvoirs fiscaux et réglementaires des municipalités est identifié par près de la moitié des participants comme étant un obstacle probable ou certain à la volonté et à la capacité de développement de projets énergétiques, telle que le chauffage urbain, sur le territoire des municipalités. Parlant de la capacité des municipalités à supporter financièrement ou à mieux encadrer via son pouvoir réglementaire le développement de projets immobiliers privés, un participant dit :

Le problème c'est que la ville est très peu outillée par la loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU) pour imposer quoi que ce soit aux promoteurs immobiliers afin de les forcer à implanter ou s'intégrer à un réseau thermique. Quand ce n'est pas dans la LAU, les municipalités ont peu de jeu pour intervenir à ce niveau. (...) La ville n'a tout simplement pas les moyens de mettre en place des incitatifs très convaincants, et en plus ils sont collectivement très coûteux ces incitatifs. Le seul moyen qui reste donc [actuellement] à la ville est la négociation (8.5, C).

D'autres participants y vont d'un argumentaire comparatif, cherchant à démontrer que le cadre institutionnel propre aux municipalités québécoises n'est pas propice à l'innovation dans les pratiques énergétiques des municipalités. Des exemples d'autres

juridictions ailleurs dans le monde, dont au Canada, sont cités pour illustrer leurs propos :

La situation des responsabilités des municipalités québécoises, en comparaison aux municipalités ontariennes ou européennes, est bien différente. Ces municipalités [ontariennes et européennes] ont plus de responsabilités, mais également plus de ressources. Elles peuvent plus facilement dégager des marges pour développer et innover avec des projets différents. C'est peut-être ce qui explique qu'il n'y a pas de volonté politique au Québec pour faire du développement énergétique au niveau municipal, alors qu'ailleurs oui (8.5, J).

Connelly et al. (2013), Ericsson (2009), Sperling et Moller (2012) viennent confirmer qu'effectivement les municipalités européennes, notamment, sont plus responsabilisées par rapport au secteur énergétique. Ainsi, plusieurs d'entre elles dressent des plans municipaux énergétiques; ou bien il est coutume que des municipalités opèrent des centrales énergétiques; ou encore nombre d'entre elles perçoivent des taxes vertes (sur le carburant, sur les émissions de GES, etc.). Est-ce le fait de l'imposition, par un palier de gouvernement supérieur, du respect de normes environnementales plus strictes aux municipalités? Ou est-ce que ces municipalités ont une mission et des responsabilités élargies ou exclusives englobant la sphère énergétique?

À contresens, un participant soulève que, selon lui, les municipalités québécoises jouissent de pouvoirs intéressants et qui les rendent aptes à intervenir au niveau énergétique et aussi à développer les réseaux thermiques. Ayant travaillé avec une municipalité pour le développement d'un réseau thermique, ce participant affirme que la municipalité possède des avantages logistiques, réglementaires et des compétences d'aménagement lui conférant des avantages certains comparativement à un même projet de développement qui serait fait par le privé ou par Hydro-Québec. Il dit à cet égard que :

la ville a un levier et un avantage en ce sens qu'elle peut plus facilement communiquer entre ses départements. Quand une entreprise privée, voulant

installer un réseau thermique, appelle le département de voirie ou de travaux publics [pour avoir les autorisations d'éventrer les rues pour installer les canalisations par exemple,] il n'est pas si important, pas si prioritaire. Il y a de la méfiance au Québec aussi à l'idée que c'est une entreprise privée qui fait des travaux qui auront un impact sur le domaine public. Aussi, quand le privé veut étendre son réseau et brancher des entreprises ou des particuliers, les gens sont méfiants, surtout car ils ne connaissent pas les réseaux thermiques. (...) Si c'était la ville qui les approchait pour leur proposer d'intégrer le réseau thermique, ou simplement pour suggérer le branchement à ce réseau, il y aurait moins de méfiance et probablement plus de gens souscriraient à ce service énergétique, car les municipalités sont mieux vues et ont une obligation d'offrir un service. Aussi, si la ville était propriétaire des réseaux thermiques, elle pourrait plus facilement convaincre les promoteurs immobiliers de se brancher à son RT (9.1, U).

Effectivement, tel que mentionné au chapitre 2, la loi sur les compétences municipales (L.C.M.) octroie certains pouvoirs aux municipalités locales quant à la gestion et la production d'énergie. Plus précisément, l'article 4, paragraphe 3, se lit comme suit :

4. En outre des compétences qui lui sont conférées par d'autres lois, toute municipalité locale a compétence dans les domaines suivants : (...)
3° la production d'énergie et les systèmes communautaires de télécommunication; (...) (RLRQ c C-47.1, Chapitre 1, art.4, 3^e paragraphe)

En maillant ces habilitations légales avec les autres pouvoirs conférés en matière d'aménagement du territoire, en pouvant notamment contrôler les densités et les implantations sur son territoire via la loi sur l'aménagement et l'urbanisme (L.A.U.), les municipalités semblent effectivement bien positionnées pour intervenir et contribuer directement à l'implantation des réseaux thermiques sur leur territoire. Bien que dans un contexte légal et institutionnel fort différent, Rezaie et Rosen (2012) Marinova et al. (2008), Agrell et Bogetoft (2005) et Munksgaard (2005) semblent corroborer les dires du dernier participant en évoquant la capacité, mais surtout la proximité naturelle entre les municipalités et la production d'énergie locale.

Dans le contexte québécois, les municipalités planifient et contrôlent déjà de nombreux réseaux techniques (aqueduc, égouts sanitaires, voiries, conduites pluviales, etc.), et elles ont donc démontré leurs capacités à gérer des réseaux techniques complexes, comme cela pourrait être le cas avec les réseaux énergétiques. En plus, certaines ont déjà entamé des planifications énergétiques de leur territoire, notamment en tentant de réduire l'utilisation d'énergie fossile (combustible des voitures, ou encore le mazout pour le chauffage des édifices municipaux), en encourageant l'utilisation des énergies renouvelables, voire même en se lançant dans la production d'énergie (parcs éoliens, minicentrales hydroélectriques, chaudière à la biomasse, etc.). Le développement municipal des réseaux thermiques ne s'inscrit donc pas en contradiction avec les habilitations de la loi québécoise, non plus qu'avec la tendance actuelle des municipalités à jouer un rôle de plus en plus actif sur le plan énergétique (Agrell et Bogetoft, 2005; Lanoue et Mousseau, 2014; Marinova et al., 2008; Munksgaard, 2005; OPA, 2010; Rezaie et Rosen, 2012; Rocher, 2013; UMQ, 2013).

Organisation municipale et gestion des priorités

Certains participants craignent toutefois que les structures organisationnelles, «la machine [bureaucratique]» (3.7, H; 5, C) des municipalités, particulièrement les plus grandes, soient trop lourdes et limitent ainsi la capacité des municipalités à s'intéresser et à implanter des projets énergétiques. L'un d'eux témoigne que :

les obstacles structurels ou organisationnels sont majeurs. Dans bien des cas, la machine est tellement grosse et compliquée que, même moi [étant un employé de la municipalité], je ne sais pas à qui m'adresser en urbanisme ou quel département je dois contacter pour avoir telle ou telle information. Donc, je prends un temps énorme juste à trouver la bonne personne. Dans les grandes villes fusionnées, en plus, elles doivent opérer avec des paliers administratifs et politiques supplémentaires (...), il y a donc un jeu d'échelle particulier qui rajoute à la lourdeur bureaucratique. Cela est sans compter les jeux politiques, et les changements d'administrations (3.7,H).

Cette même structure, cette lourdeur bureaucratique, amenant un sentiment d'impuissance chez les employés, les démotiverait donc à innover dans leurs pratiques

urbanistiques, ce qui pourrait agir comme un frein au développement de projets énergétiques novateurs, telle que le chauffage urbain, selon certains participants. Ces affirmations renvoient ainsi à un débat centenaire sur l'efficacité d'une gestion publique versus une gestion privée. Bien que non traité dans le cadre du présent ouvrage, il serait certes intéressant d'évaluer la performance des réseaux thermiques sous contrôle public comparativement à la performance de ceux sous contrôle d'entreprises privées. Ainsi seulement pourrions-nous voir si effectivement les craintes de ces participants sont justifiées.

Et alors que quelques participants mentionnent avoir un intérêt dans les réseaux thermiques afin, notamment, de réduire la facture énergétique des municipalités, l'un d'eux, reprenant l'opinion de certains autres participants, affirme pragmatiquement que « les dépenses d'énergie ne représentent qu'environ 5% à 7% du budget municipal total, alors vont-elles mettre des efforts considérables afin de réduire cela de 1% peut-être? Ça n'en vaut pas la peine. Elles sont déjà débordées par les nouvelles responsabilités qui leur grugent constamment leur budget » (3compare, N). Un calcul utilitariste semble ainsi bien présent pour une majorité de participants rencontrés. La gestion des priorités amène donc les décideurs publics à privilégier d'autres dossiers plus urgents et plus coûteux. Il faut rappeler que la faible facture énergétique des municipalités québécoises ne se compare en rien aux coûts énergétiques élevés de l'Europe ou des États-Unis, tel que mentionné auparavant. En comparaison, dans son étude, Ericsson (2009) argumente que le développement des réseaux thermiques municipaux en Suède a grandement bénéficié d'un contexte de haut niveau de prix de l'énergie, notamment à cause d'une importante réforme de la taxation énergétique et environnementale. Ainsi, diverses taxes énergétiques (*electricity tax, fuel taxes, etc.*) et environnementales (*carbon tax, sulfur tax, etc.*) ont été mises en place, dissuadant ou encourageant certaines solutions énergétiques. Les réseaux thermiques, alimentés à la biomasse ou à la géothermie, par exemple, ont ainsi été fortement encouragés, tel que le mentionne Ericsson (2009) :

Il est clair que la réforme de la taxation énergétique (*energy tax reform*) a été la principale explication pour le développement de la biomasse dans les réseaux thermiques durant les années 1990 et après. En conséquence, la transition vers la biomasse parue alors pour plusieurs corporations énergétiques (*energy utilities*) comme étant un choix économique rationnel (traduction libre) (p.32).

Toujours en lien avec les ressources à disposition des municipalités, le quart des participants évoquent qu'au-delà des aspects légaux ou politiques, les municipalités sont généralement débordées, elles manquent de moyens financiers et humains pour sortir de leur gestion courante et développer des projets novateurs, et avec lesquels elles n'ont traditionnellement pas d'expérience, comme c'est le cas dans la majorité des municipalités québécoises. Les municipalités seraient donc, selon de nombreux participants, en perpétuelle situation de gestion de crise : elles ne sont pas proactives, mais réactives, comme le souligne ce participant :

En général, la ville n'est pas très proactive dans le développement de projets. Elle est surtout réactionnaire, particulièrement depuis les fusions. Avant les fusions, elle avait plus de ressources disponibles, mais avec les fusions et les nouvelles responsabilités financières provenant des fusions et des normes environnementales notamment, la ville n'a plus les moyens d'être proactive. Elle est plutôt sur un mode réaction. Elle réagit, et ne propose pas. Elle instigue très peu de projets. Elle l'a tout de même été avec [certains projets de développement touristique et économique], mais c'est à peu près tout. Dans le secteur résidentiel, elle ne propose pas de plan ou projets d'aménagement, elle n'a tout simplement pas le temps et le *manpower* pour le faire. Elle se contente de recevoir des projets de promoteurs privés et elle les évalue et les encadre selon ce qu'elle peut faire (10.2, P).

Les innombrables responsabilités des municipalités, et leur situation financière précaire selon plusieurs participants, forcent ainsi les municipalités à prioriser les actions plus urgentes et à mettre de côté plusieurs projets jugés non prioritaires, tel que l'indique ce participant :

Pour ce qui est des questions d'efficacité d'énergie et de production d'énergie, c'est bien beau tout ça, mais la ville doit choisir ses batailles et elle n'a tout

simplement pas les ressources pour tout faire ça. Elle est occupée avec une tonne d'autres dossiers, et celui-là (touchant les questions énergétiques) n'est pas porté par personne à l'Hôtel de ville (8.4, F).

De surcroît, le manque de ressources humaines et financières serait un autre problème contextuel aux municipalités locales. La presque totalité des acteurs interrogés constate un problème dans la structure de la fiscalité municipale. La taxe foncière serait sur-sollicitée faisant en sorte que les municipalités ne peuvent plus vraiment recourir à leur principal outil financier pour supporter des projets nécessitant d'importants investissements à court terme, comme c'est le cas avec le chauffage urbain. Toujours selon ces derniers, les municipalités seraient ainsi confrontées à un manque perpétuel de ressources financières, mais également humaines.

Sur ce dernier point, un nombre égal de participants jugent que les municipalités possèdent ou ne possèdent pas les ressources humaines et l'expertise à l'interne pour gérer ces projets de réseaux thermiques. Deux participants font remarquer que les plus grandes municipalités ont bien souvent cette expertise à l'interne, possédant des employés spécialisés, tels que des ingénieurs en mécanique du bâtiment qui pourraient probablement être mis à profit pour le développement ou l'entretien de ces équipements, mais d'autres participants doutent que les plus petites municipalités possèdent des ressources humaines qualifiées à l'interne pour ce genre de projet spécialisé. L'embauche de nouvelles ressources s'avérerait bien souvent nécessaire, ce qui n'est pas nécessairement souhaitable pour ou bien vue par les dirigeants municipaux.

Omniprésente dans les entrevues, la donne financière est constamment revenue alors que plusieurs des participants mentionnent que les municipalités, et les conseils municipaux, priorisent la rentabilité à court terme des projets, et ce, en partie pour des raisons électoralistes, mais aussi simplement pour créer des revenus à court terme. Ce participant résume bien les dires de plusieurs acteurs-clés :

La ville a peur de retarder tout projet de développement. Et l'implantation de réseaux thermiques dans les nouvelles constructions pourrait certainement retarder ces projets. Elle semble plus préoccupée, à bien des égards, à faire rentrer des taxes foncières qu'à avoir une vision claire à long terme de [l'aménagement de son territoire]. La ville a une vision à très court terme. La vision d'aujourd'hui à la ville en est une de développement le plus vite possible (8.4, C).

Aussi, même si les municipalités voulaient se lancer dans de tels projets énergétiques, leur situation de perpétuelle gestion de crise, tel qu'abordé à la section 4.3.1.1, ferait en sorte que les opérations quotidiennes supplantent leur désir de développement à plus long terme, et ce, même si la rentabilité financière des projets est démontrée à moyen terme. Un participant témoigne de son expérience en tant que consultant énergétique pour plusieurs municipalités et en vient à fournir une explication résumant les témoignages de plusieurs participants :

Les municipalités ont beaucoup trop de responsabilités par rapport à leurs ressources. Je suis souvent parvenu à leur démontrer, chiffres à l'appui, que des gains énergétiques et financiers seraient possible en mettant en place certaines mesures d'efficacité énergétique, par exemple, mais ils n'embarquaient pas pareil. Ils me disaient qu'ils n'ont pas le temps, pas de ressources humaines, pas de liquidités à court terme. (...) Il faut dire que les gains sont faibles proportionnellement à leurs autres besoins. (...) En ce qui a trait à l'installation de systèmes thermiques, ça exigerait des ressources humaines supplémentaires, de la main-d'œuvre technique d'entretien de machinerie fixe, et ça impliquerait nécessairement des coûts et de la gestion supplémentaires, ce qui n'est peut-être pas bien vu par les dirigeants municipaux (9, D).

Complexité perçue ou réelle des alternatives énergétiques

En marge du contexte dans lequel évoluent les municipalités québécoises, il semble y avoir également un frein relativement à la complexité, réelle ou perçue, de la mise en place de projets de réseaux thermiques. Cette complexité s'afficherait notamment par le nombre élevé d'acteurs impliqués. Environ le tiers des acteurs interviewés ont affirmé qu'il y aurait beaucoup trop d'acteurs impliqués dans l'implantation des réseaux thermiques, ce qui rendrait le processus extrêmement

complexe. Parmi les acteurs impliqués, les participants nomment la ville, dont plusieurs départements tels que la voirie, les travaux publics et l'urbanisme seraient impliqués. Ils nomment également les promoteurs immobiliers, les résidents, les bailleurs de fonds publics et privés, le gouvernement provincial, le gouvernement fédéral et certaines de ses agences, parfois des partenaires pour le raccordement du réseau, les entreprises partageant le sous-sol, et un nombre considérable d'experts et de consultants divers, de firmes d'ingénierie, d'entreprises de construction, d'électricité, de plomberie. Ce complexe jeu d'acteurs serait même une cause de la non-réalisation ou de l'abandon de projets de chauffage urbain (10.4,J; 3.6, R). Un participant résume bien la pensée de plusieurs autres acteurs-clés :

Même si le projet de chauffage urbain est un beau projet intéressant, et qu'il devrait y en avoir plus, je ne crois pas que ces projets vont se répandre et se généraliser à l'ensemble du Québec. Ces projets sont beaucoup trop compliqués, il y a trop d'acteurs impliqués, ce qui fait qu'il y a souvent beaucoup de retards dans la réalisation, et des problèmes de coordination dans la réalisation des infrastructures (3.6, R).

L'articulation, la coordination et la collaboration entre ces acteurs, du moins en ce qui a trait aux réseaux thermiques, semblent difficiles selon plusieurs témoignages recueillis. Un participant souligne d'ailleurs «qu'il y a peu de culture de collaboration pour ces projets» (10.3, T). Le nombre d'acteurs rend cet exercice de travail commun difficile et fastidieux. Quelques-uns des participants croient qu'il manque aussi de lieux ou de mécanismes de coordination pour ces projets méconnus au Québec, ce qui vient en appui aux propos de ce participant :

Ces projets, au Québec, vont se faire surtout à petite échelle, car il y a un manque d'organisation et de coordination entre tous les acteurs. Il y a trop de monde qui fait partie de ces projets (9, G)

Une fois de plus, comment expliquer cette perception ou ce découragement apparent face à des procédures jugées trop complexes, alors qu'ailleurs, ces projets se réalisent régulièrement? Serait-ce que la simplicité du branchement à l'Hydro-Québec

soit un "réflexe culturel" difficile à écarter? Il y aurait certes lieu d'explorer davantage cet angle d'analyse, ce qui dépasse toutefois les paramètres de la présente recherche.

Un des participants, bien au fait des difficultés d'implantation et d'expansion des réseaux thermiques, résume pourquoi les réseaux thermiques ont de faibles niveaux de pénétration dans le marché énergétique québécois :

Les réseaux thermiques possèdent des handicaps importants. Premièrement, ils peuvent s'implanter uniquement où il y a une densité minimale. Ensuite, les coûts des réseaux et des infrastructures sont prohibitifs, très élevés. Ce ne sont pas les coûts de la chaudière ou de la source d'alimentation qui posent problème, mais les infrastructures de distribution. Qui va financer ça? Faut avoir les reins solides pour se lancer dans ces projets, et c'est pour cela que l'appui du gouvernement est essentiel au moins pour démarrer et rentabiliser la centrale avec un réseau minimalement assez étendu pour justifier un retour sur l'investissement (ROI) assez rapide. Troisièmement, il y a une sorte «d'empêchement de croître». C'est tout un casse-tête d'agrandir un réseau quand les rues, les immeubles, et tout est déjà en place et qu'il faut éventrer les rues. Même dans le cas de nouveaux développements, il faut investir des sommes colossales initiales pour l'achat de tuyau, coordonner l'implantation de ces tuyaux avec les autres projets d'enfouissement et bien évaluer leur bon dimensionnement pour les besoins anticipés d'énergie (...). Il faut que les RT soient situés près des lieux de consommation. C'est entre autres pourquoi les RT sont si souvent implantés dans les Hôpitaux et les autres grands établissements énergivores (9, U).

Cela étant dit, il semblerait que les blocages ou les freins au développement du chauffage urbain au Québec n'est pas propres à notre réalité nationale. En effet, les études internationales de Brown (2001) et de Chai et Yeo (2012) sur la mise en place de mesures d'efficacité énergétique au niveau local en viennent essentiellement aux mêmes conclusions. Chai et Yeo (2012) se basent sur une impressionnante revue de littératures (identifiées dans la colonne de droite du tableau 5) qui leur permet d'énumérer plusieurs barrières au développement des mesures d'efficacité énergétique.

Tableau 5 – Barrières au développement des mesures d'efficacité énergétique et sources correspondantes

Barrières énumérées	Sources citées
---------------------	----------------

Faible niveau de priorité accordé aux questions énergétiques par les décideurs locaux (en partie due à la faiblesse relative des prix des énergies)	Brown, 2001
Manque de temps ou la surcharge de travail des décideurs, faisant en sorte que ces derniers priorisent d'autres dossiers avant celui de l'énergie	Rohdin et Thollander, 2006; Nagesha et Balachandra, 2006; Thollander et Dotzauer, 2010
Réticence à investir à cause des risques perçus comme étant trop élevés	Thollander et Ottosson, 2008; Wang et al, 2008
Manque d'informations sur les alternatives énergétiques	Brown, 2001; Wang et al., 2008; Ren, 2009; PNUE, 2006; Nagesha et Balachandra, 2006; Sardinou, 2008; Thollander et Ottosson, 2008
Manque d'expérience, d'expertise et de main-d'œuvre qualifiée dans les technologies et leur gestion	Thollander et Dotzauer, 2010; Rohdin et Thollander, 2006; Sardinou, 2008; Wang et al, 2008; Ren, 2009
Résistance au changement	Nagasha et Balachandra, 2006
Barrières réglementaires ou une législation déficiente	PNUE, 2006; Nagesha et Balachandra, 2006
Manque d'incitatifs gouvernementaux	PNUE, 2006

Source : Adapté de Brown (2001) et de Chai et Yeo (2012)

L'on constate donc que, de manière plutôt surprenante, il semble, y avoir une adéquation des problèmes quand vient le temps de mettre en place un quelconque projet énergétique à l'échelle municipale. Il n'en demeure pas moins que, selon la vaste majorité des acteurs, le chauffage urbain et les réseaux thermiques possèdent des vertus et des avantages considérables, à condition que certains critères soient respectés. Basé sur certains témoignages de participants, la prochaine section étoffera des pistes potentielles pouvant favoriser l'implantation de ces réseaux dans les municipalités du Québec.

4.2 Facteurs favorisant la mise en place de réseaux thermiques au Québec

Les témoignages des participants ont permis de cerner certaines des principales composantes pouvant favoriser la réalisation de projet d'implantation de réseaux thermiques au Québec. Les entrevues ont ainsi permis de dégager des facteurs touchant la densité urbaine, l'opportunisme régional, et l'importance des porteurs de projets.

4.2.1 La densité urbaine ou le volume de la demande énergétique pour un ensemble restreint d'immeubles

Les formes de la ville, un impact déterminant sur la viabilité des réseaux thermiques?

En marge des critiques et des défis auxquels fait face le chauffage urbain, plusieurs arguments ont été soulevés en faveur de cette filière énergétique par les participants. Tout d'abord, sur le plan des coûts, malgré les investissements initiaux importants, plusieurs participants affirment qu'il est possible au Québec que le prix de l'énergie produite par les systèmes de chauffage urbain soit concurrentiel par rapport aux autres formes d'énergie, que ce soit le gaz naturel ou l'hydroélectricité. Or, pour assurer cette compétitivité des réseaux thermiques, certaines conditions d'aménagement du territoire se doivent d'être respectées. Des participants ont donc évoqué l'importance, pour la rentabilité des réseaux thermiques, qu'il y ait un seuil de densité du cadre bâti, mais surtout la densité des besoins énergétiques, la complémentarité des sources de consommation et de production, ou encore la proximité de la ressource (dans le cas de la biomasse, par exemple). Ces témoignages corroborent l'analyse qui est faite par certains auteurs, tels que Persson et Werner (2011) qui ont évoqué l'importance des formes de la ville (*future city shapes*) dans l'évaluation de la rentabilité des réseaux thermiques. La densité semble d'autant plus un élément central pour la rentabilité des réseaux thermiques alors même que l'étude de Reidhav et Werner (2008) valide que les régions où l'on retrouve le plus de systèmes de chauffage urbain soient les régions les plus denses.

Cependant, alors que Reidhav et Werner (2008) parlent davantage d'une densité du cadre bâti, un participant prétend qu'il faut davantage regarder du côté d'une « masse critique » de besoins énergétiques pour justifier l'implantation de système de chauffage urbain. Ce participant faisait ici référence à la densité énergétique d'un secteur donnée, c'est-à-dire à la quantité d'énergie consommée (ou produite) dans un secteur délimitée. À titre d'exemple de masse critique, on a nommé durant les entrevues qu'il pourrait s'agir d'un noyau villageois regroupant un certain parc immobilier varié et complémentaire, et des grands consommateurs d'énergie, dans un périmètre assez restreint, ou encore un périmètre très urbanisé, ce qui faciliterait d'éventuels branchements aux réseaux. Un autre participant se prononce également en ce sens :

Je crois que les réseaux thermiques alimentés aux énergies renouvelables peuvent être rentables s'ils sont installés dans des milieux assez denses. Je crois que l'unité de mesure, le MWh/ mètre de tuyau est un bon indicateur de la densité minimale requise (9,B).

En effet, tel qu'évoqué précédemment, la densité et l'intensité d'occupation du territoire sont citées parmi les facteurs favorables à l'implantation des réseaux thermiques par l'Association canadienne des réseaux thermiques (ACRT, 2011). L'organisation affirme ainsi que " la rentabilité économique des réseaux thermiques s'accroît avec des plus hauts niveaux de densité d'énergie thermique (*thermal energy density*) (traduction libre)" (p.41). Une articulation se doit donc d'être faite entre la densité du cadre bâti et la densité énergétique d'un secteur. En effet, l'importance de la densité urbaine (du cadre bâti) ou encore de la densité et l'intensité d'énergie thermique demandée est également un facteur omniprésent dans la littérature scientifique (Connolly, 2013; Holmgren et Amiri, 2007; Marinova et al., 2008; Persson et Werner, 2011). L'on constate d'ailleurs qu'au Québec, les réseaux thermiques qui sont actuellement en place sont des réseaux correspondant à une demande d'une certaine densité bâtie ou énergétique. Tel que vu précédemment, le CCUM, par exemple, avec ses 145 MW de puissance étendue sur un réseau de 4 km et desservant l'équivalent d'un

village de 33 000 personnes, est un bon exemple. Malgré l'absence de données précises, il n'est pas saugrenu de penser que les institutions énergivores que sont les hôpitaux (Hôpital Juif et le Centre Hospitalier Robert-Giffard), ou l'Université de Montréal, tout comme la Défense nationale, répondent positivement à cet élément de densité énergétique justifiant l'implantation et la rentabilité de ce type d'alimentation en chaleur.

Complémentarité et densité énergétique comme facteurs de rentabilisation

D'autres témoignages de participants permettent de renchérir sur la pertinence de la densité énergétique, et donc des coûts d'implantation et d'amortissement des systèmes thermiques. Une plus grande densité énergétique dans les réseaux contribuerait donc à réduire les coûts de revient de l'énergie thermique ainsi produite et distribuée. C'est en partie ce qui justifierait l'intérêt des municipalités envers les systèmes de récupération de chaleur dans des contextes de densité et de complémentarité énergétique. Un participant cite ainsi les systèmes captant la chaleur fatale des éléments refroidissant dans les arénas et redistribuant le chauffage à une piscine municipale adjacente en évoquant que ces infrastructures municipales énergivores peuvent facilement se compléter. L'un produit beaucoup de chaleur, alors que l'autre en consomme énormément : la densité énergétique et la complémentarité des besoins s'harmoniseraient parfaitement dans certains contextes particuliers comme celui d'un aréna et d'une piscine municipale. L'un des participants évoque que des dizaines de municipalités québécoises se sont dotées de ces systèmes de récupération de chaleur (souvent issue de leur aréna), et il témoigne que ces systèmes sont viables :

Dans les cas les plus appropriés, c'est-à-dire que les arénas étaient bien positionnés à proximité d'autres lieux de consommation de chaleur potentielle (comme les piscines ou les salles communautaires) et qui avaient une disposition avantageuse des installations (mécanique des bâtiments, etc.) (...) la majorité permettait un taux de recyclage de chaleur de 100%. (...) et j'estime que les projets furent rentabilisés sur 5 à 10 ans en moyenne (11, N).

Connelly et al. (2013) reconnaît cette complémentarité des usages d'énergie comme un facteur permettant d'optimiser la rentabilité des réseaux thermiques. Qu'il s'agisse d'une complémentarité dans la production et la consommation d'énergie thermique (un aréna et une piscine interconnectée, par exemple) ou qu'il s'agisse d'une complémentarité dans les pointes de consommations (la consommation matinale et en soirée des usages résidentiels, et la consommation journalière des usages commerciaux, par exemple), la complémentarité serait ainsi selon cet auteur un facteur important de rentabilité des projets de chauffage urbain. Ces mêmes témoignages d'acteurs-clés interviewés reviennent encore aux propos de Persson et Werner (2013) concernant les formes futures de la ville (*future city shapes*), telles qu'abordées à quelques reprises (ci-dessus et au chapitre 2).

Corroborant cette littérature scientifique, la diversité des usages sur le territoire d'implantation des réseaux thermiques fait aussi partie des implications urbanistiques citées par certains participants afin de rentabiliser le chauffage urbain.

La diversité des usages est un facteur important pour la rentabilité de ces systèmes, car ils optimisent l'efficacité énergétique de tout le système. Quand il y a complémentarité entre les besoins, une épicerie qui a besoin de froid et une entreprise qui a besoin de chaud, et à des moments différents de la journée, il y a optimisation du système (7, E).

Bien que cette diversité des usages et cette complémentarité des besoins énergétiques soient citées comme étant un défi important, il n'en demeure pas moins qu'il est possible que cela fonctionne :

Il existe des défis de balancement, c'est-à-dire lorsque les systèmes intègrent des productions de chaleurs et de climatisation, et qu'ils doivent balancer le système avec les entrées et les consommations de chaleur et de climatisation. Par exemple, un produit de la chaleur et un autre veut de la climatisation, et l'autre produit du froid et veut du chaud. Il semble y avoir des exemples en Colombie-Britannique où cela n'a pas bien fonctionné et que les systèmes étaient défectueux, selon moi, à cause de ces problèmes de balancement. Mais ça peut marcher (2, N).

Les branchements (intrants et extrants) au réseau thermique sont donc à prévoir dans la planification d'implantation et de capacité du réseau thermique. Nombre de participants soutiennent d'ailleurs que les réseaux thermiques peuvent être branchés, indépendamment ou simultanément, sur deux types de sources d'énergie. Les réseaux peuvent donc, à la fois, être branchés sur des petites sources de production et de consommation (telle que les arénas ou les épiceries utilisant beaucoup de climatisation et réfrigération, et produisant de la chaleur, par exemple), et à la fois, branchés sur de grandes centrales de productions (centrale à la biomasse ou centre de biométhanisation, par exemple), afin d'en faire un vaste réseau de production et de consommation d'énergie thermique. Ces réseaux combinés permettent d'avoir des économies d'échelles non négligeables tout en permettant une optimisation énergétique via des usages énergétiques complémentaires provenant de plus petits producteurs. Les grands réseaux thermiques à l'échelle locale permettraient ainsi d'intégrer facilement les producteurs locaux, tout en offrant une desserte à moindres coûts.

Économies d'échelle et rentabilité possible dans de faibles densités urbaines?

Au niveau du dimensionnement des sources d'alimentation des réseaux thermiques, deux des participants soulignent que de grandes centrales de chauffage urbain alimentant un vaste réseau et plusieurs bâtiments seraient plus optimales que d'utiliser plusieurs petites chaudières installées dans chaque bâtiment. Les grandes centrales peuvent donc réaliser des gains d'efficacité énergétique au-delà de la portée des installations individuelles.

Les grandes centrales de RT ont des avantages incommensurables sur les petites centrales (une ou des grosses chaudières comparativement à plusieurs petites chaudières dans chaque maison, par exemple). Les centrales permettant des gains d'efficacité et des économies d'échelle. Les grandes chaudières sont plus efficaces et permettent d'investir dans des systèmes de contrôle et d'optimisation, et aussi on peut faire de la cogénération qui peut s'avérer très rentable à court moyen terme. Il est aussi plus facile de gérer la main-d'œuvre pour entretenir la centrale, comparativement aux besoins de déplacement d'ingénieurs et de techniciens

mécaniques sur un territoire donné pour aller évaluer la performance des petites chaudières individuelles afin d'assurer un niveau constant de performance (9, U).

Les écrits de Connelly et al. (2013), Rezaie et Rosen (2012) et l'EIA (2009) sont en accord avec ces propos. Ces auteurs affirment qu'une efficacité accrue est à observer dans des grandes centrales de production d'énergie thermique, et ce, autant au niveau économique (diminution du coût de revient) qu'au niveau environnemental (réduction des émissions de gaz à effets de serre). Dans les plus grandes centrales, les gains d'efficacité proviennent essentiellement des économies d'échelles, car ces dernières peuvent plus facilement recourir à l'utilisation d'équipements sophistiqués et plus efficaces énergétiquement. Il serait ainsi possible, dans les grandes centrales, de mettre en place des procédés de récupération thermique hors de portée (économiquement) pour les propriétaires résidentiels alimentés avec de petites chaudières individuelles.

Venant contredire certains autres témoignages, un participant évoque que ce sont ces coûts élevés d'implantation (les coûts fixes initiaux) qui rendent les RT peu envisageables dans le secteur résidentiel, car ils sont jugés non rentables à court ou moyen terme, voire peut-être même à long terme, en partie dû aux faibles niveaux de consommation d'énergie de ce secteur. Pour que la rentabilité soit envisageable, il croit qu'il doit nécessairement s'agir du résidentiel de haute densité (10, D), ramenant ainsi l'idée d'un seuil de densité du cadre bâti, ou de la demande énergétique, afin de justifier la rentabilité des projets.

Marinova et al. (2008), dans leur étude portant sur l'implantation d'un réseau thermique fonctionnant à même le recyclage de chaleur d'une usine à papier dans une communauté rurale canadienne (communauté de très faible densité), en viennent à la conclusion qu'effectivement la forme et la densité de la ville peuvent avoir un impact important, quoique non indispensable pour rentabiliser les réseaux thermiques. Dans leur étude de cas, ils en sont venus à la conclusion que :

considérant la faible densité, en termes de surfaces bâties et de demande énergétique, un système de chauffage urbain qui voudrait alimenter tous les édifices du village ne serait pas économiquement viable. Pour cette raison, il fut décidé de concentrer le réseau sur les secteurs du village qui regroupent les grands édifices publics avec d'importants besoins de chauffage, des édifices commerciaux et les zones résidentielles de plus haute densité (...) [Avec une gouvernance locale adaptée au projet, et avec un programme de soutien financier pour inciter les consommateurs à se brancher au réseau], une telle solution serait viable (traduction libre) (p.171).

Reidhav et Werner (2008) corroborent ces propos en affirmant que la rentabilité des réseaux thermiques peut être au rendez-vous dans un milieu à faible densité à condition d'y retrouver une combinaison de certains facteurs favorables à leur implantation. Citant l'exemple suédois, les auteurs notent que le chauffage urbain peut être rentable s'il y a une consommation de chaleur issue du réseau thermique de plus de 50GJ/résidence et une densité « linéaire » minimale de 2 GJ par mètre de canalisation du réseau thermique. Il va sans dire que ces seuils minimaux sont particuliers au contexte suédois, considérant notamment leur haut niveau de taxation sur l'énergie (prix de l'énergie est très élevé), ainsi que de leurs niveaux d'expertise et la forte concurrence au niveau du chauffage urbain (amenant des coûts de construction et d'opération plus faibles) qui peuvent tous deux se distinguer profondément de la réalité québécoise. Cela étant dit, ces données montrent qu'il est tout de même envisageable, sous certaines conditions, d'également rentabiliser les réseaux thermiques dans des milieux de plus faible densité. Or, une planification du territoire se doit d'être bien faite en amont.

4.2.2 Le potentiel de développement régional dans l'utilisation de ressources locales

Biomasse forestière, un exemple évocateur au Québec

De loin les plus évoqués par les participants, les réseaux thermiques alimentés à la biomasse forestière sont perçus par certains participants comme ayant des avantages

de coûts et des impacts positifs sur le développement économique régional. Malgré les coûts initiaux élevés des chaudières à la biomasse, ces systèmes de chauffage auraient l'avantage d'avoir des coûts de fonctionnement plus faibles que leurs contreparties alimentées aux énergies fossiles non renouvelables (mazout, gaz naturel). Selon un participant, ces avantages représentent des opportunités de développement pour la communauté où se récolte la matière première et où s'implantent ces types de réseaux thermiques. Cela s'illustre par l'exemple suivant :

Les équipements de chauffage au mazout étaient arrivés à leur fin de vie utile, ils devaient de toute façon être changés. On a évalué toutes les options, et on a opté pour la biomasse. Certes le système de biomasse coûtait beaucoup plus cher à installer, mais il coûtait beaucoup moins à rouler que le mazout, et était comparable au gaz naturel. Mais comme il y avait ce facteur de développement régional, on a opté pour la biomasse (10.2, K).

Tout d'abord, la première partie de ce témoignage corrobore les données du tableau 3 illustrant la compétitivité thermique de différentes sources d'énergie en comparaison au chauffage alimenté par l'hydroélectricité. Le tableau de Lemieux (2012) fait ressortir que le chauffage provenant du gaz naturel ou de la biomasse semble avantage face à l'hydroélectricité. Bien évidemment, ne pouvant tenir compte des particularités d'implantation propre à chacun des réseaux thermiques, ces données n'incluent pas les coûts d'infrastructures souterraines d'un système de chauffage urbain. Or, considérant la différence significative de prix du GJ entre le coût du chauffage à l'électricité (actuellement prédominant au Québec) et le coût du chauffage à la biomasse ou au gaz naturel, il est possible que des réseaux thermiques soient compétitifs face à l'hydroélectricité dans certains contextes au Québec. Or, tel que discuté dans la section précédente, pour optimiser les rendements potentiels des réseaux thermiques, une planification territoriale adéquate (densité, mixité et complémentarité des usages, etc.) se doit d'être faite, afin d'optimiser l'implantation et la rentabilité de ces systèmes de chauffage urbain.

Des projets énergétiques comme vecteurs de développement et de synergies locales?

En outre, comme il en ressort dans plusieurs entrevues, un participant affirme que, dans bien des cas, les systèmes communautaires ou municipaux de production d'énergie thermique (à la biomasse ou autres) «sont [non seulement] des projets rassembleurs » (11, I), mais en plus ils représentent des opportunités de développement économique local et régional à saisir par les acteurs locaux. L'un d'eux mentionne que :

la production d'énergie en région est vue comme une excellente source de diversification de l'économie régionale. Elle crée de nouveaux emplois et permet de créer une dynamique entrepreneuriale propre à ces régions. Il existe d'ailleurs plusieurs études qui illustrent en quoi la production d'énergie en région est génératrice de développement régional. (...) C'est d'ailleurs le cas avec la biomasse qui permet de créer des emplois dans le secteur énergétique tout en supportant l'activité forestière (3.2, I).

Ce témoignage rejoint la littérature sur le thème des symbioses industrielles, telles que décrites antérieurement par Chertow (2000). L'industrie forestière devient ainsi vectrice de développement d'une industrie énergétique dans la région, contribuant à la création d'emplois, à l'attraction d'investissements, à la diversification de l'activité économique régionale. Et ultimement, les municipalités peuvent en bénéficier. Dans certains contextes, il pourrait donc être tout à l'avantage des municipalités, comme le mentionne le dernier témoignage, de voir s'implanter des réseaux thermiques sur leur territoire.

Près du quart des participants ont soulevé ce même argument de diversification économique induit par l'implantation d'une filière thermique dans les collectivités. Un des participants souligne d'ailleurs les motifs économiques sous-jacents à la volonté de leur communauté de développer leur secteur énergétique.

Trois participants soutiennent l'idée que la production d'énergie locale a émergé suite à des crises économiques locales, telles que la crise du bois d'œuvre ou la

fermeture d'une grande industrie dans des villages mono-industriels. L'un d'eux témoigna que les réseaux thermiques ont ainsi été préconisés comme solution à la précarité économique qui surgissait à ce moment dans la région.

Suite à la crise du bois d'œuvre, beaucoup d'intervenants locaux se questionnaient sur les possibilités de diversification économique, à savoir comment trouver de nouveaux débouchés pour tout le bois et la matière ligneuse qu'on avait dans la région. (...) La biomasse s'est alors présentée comme une alternative intéressante, et on a commencé à parler et à voir à l'implantation d'un système de chauffage urbain. (...) Et cela a été payant pour notre région! (3.4, K).

À ce niveau, l'étude de MacRae (1992) apporte de l'eau au moulin à l'argumentaire de certains participants. Leur recherche permet de constater une amélioration des niveaux d'emploi, du support ou du développement de l'activité économique locale et permet de retenir dans l'économie locale de l'argent qui aurait été autrement exporté hors de la région pour l'achat d'énergie (importation de gaz, de mazout ou d'électricité), favorisant ainsi le développement de l'économie circulaire.

Un autre participant renchérit en affirmant que « [sa ville] cherchait des alternatives de développement et d'attractions d'entreprises suite à la fermeture de [l'usine métallurgique]. La production d'énergie locale s'est donc avérée intéressante pour la ville qui pensait faire un bon coup avec ça » (3.4, E).

En lien avec les considérations économiques vient le désir des collectivités d'innover. C'est du moins ce qu'affirment quelques participants en disant que les municipalités, par exemple, «veulent être à l'avant-plan, une vitrine de l'innovation» (3, I). L'un d'eux corrobore cette nouvelle réalité municipale :

Il y a une pression à l'innovation de partout. Les gens, les élus, les institutions, les entreprises. Et la concurrence des autres villes (...) pousse la ville à se démarquer et à dépasser les autres villes régionales pour faire sa place. La population aussi est plus demandante, plus exigeante. Et il y a une volonté de plus en plus affirmée des

leaders socioéconomiques à ce que la ville adopte cette vision de développement durable et d'innovation (3.5, P).

Ce potentiel de développement économique que procure la production locale d'énergie, dont font partie les réseaux thermiques, est soulevé en début d'ouvrage par l'UMQ (2013) qui affirme que " les développements énergétiques sont, au Québec, des leviers importants de croissance économique dans certaines régions " (p.4). Ericsson (2009) aussi, en base sur la vaste expérience suédoise dans la gestion municipale des réseaux thermiques, corrobore les dires des participants en affirmant que la production locale d'énergie via le chauffage urbain a permis aux municipalités d'attirer des investissements et des entreprises, en plus de favoriser le développement économique locale et l'innovation.

De surcroît, tel que discuté auparavant, les réseaux thermiques peuvent également contribuer à renforcer la structure économique et accroître la résilience des villes, voire des nations. En effet, tel qu'énoncé par Bulkeley (2010), Droege (2007) et Radovic (2009), pour ne nommer qu'eux, la hausse généralisée des prix de l'énergie et la rareté croissante des ressources non renouvelables, la dégradation et la surcharge des infrastructures suite aux changements climatiques, entres autres, sont d'importants incitatifs qui invitent les entreprises, les États et les municipalités à innover afin de s'adapter aux conséquences de la pollution et des changements climatiques, et la production locale d'énergie peut ainsi s'avérer efficace (Bulkeley, 2010; Droege, 2007; Radovic, 2009). Serait-ce donc pourquoi le concept de développement durable, et ses multiples ramifications que sont les villes postcarbones, durables, en transition, etc., semble imprégner de plus en plus le discours politique municipal? La prochaine section en discute plus en détail.

4.2.3 Vision politique et positionnement régional

Au Québec, bien que ce soit rare, il y a quelques municipalités qui possèdent des systèmes de production locale d'énergie. La question se pose alors à savoir pourquoi certains en ont, alors que d'autres n'en ont pas. Est-ce que l'on peut prétendre que la nationalisation de l'électricité, via Hydro-Québec, eut comme effet de déresponsabiliser les municipalités envers les questions énergétiques? Peut-être, mais il n'en demeure pas moins que certaines municipalités québécoises ont tout de même conservé leurs compétences énergétiques, par exemple, Sherbrooke avec Hydro-Sherbrooke. Et pourquoi certaines municipalités n'ayant traditionnellement pas de compétences dans la production d'énergie se lancent-ils dans l'aventure de la production locale d'énergie? Hormis les contextes historiques, géographiques, ou encore géomorphologiques, une part de l'explication semble résider dans la présence d'une vision politique et d'un leadership des décideurs locaux en faveur de la mise en valeur ou de la conservation des potentiels énergétiques locaux. Cette vision politique, qu'elle soit opportuniste ou idéaliste, s'alimente et s'enracine souvent dans des discours à teneurs économiques (création d'emplois, investissements locaux, etc.), mais aussi environnementales (développement durable, énergie renouvelable, etc.) de la part des élus et des décideurs municipaux.

Le développement durable au cœur de la motivation des décideurs publics?

Il ressort d'ailleurs d'une majorité de témoignages que le concept du développement durable est perçu comme étant omniprésent dans les discours politiques des dirigeants de ces mêmes municipalités productrices d'énergie. Ces témoignages viennent à cet effet renforcer l'argumentaire d'Hamman (2012) et Daettra (2003) voulant que les principes du développement durable soient de plus en plus pris en compte et utilisés par les décideurs politiques municipaux. Ces auteurs croient que l'intégration des principes du DD dans les projets urbains posséderait certaines vertus intéressantes pour les élus et dirigeants municipaux, ce qui explique peut-être son omniprésence dans le discours politique.

Hamman (2012) continue en affirmant que « le projet urbain en DD produit un récit, en même temps qu'il participe de sa diffusion et l'officialise, tout en jouant sur la construction d'une appartenance locale" (idem, p.52). Un participant traite d'ailleurs spécifiquement de cette construction ou de ce renforcement de l'appartenance locale que produisent les projets urbains de DD, tels que la production d'énergie renouvelable. Ce participant affirme que " les gens sont aujourd'hui très attachés et sont fiers de [leur corporation municipale de production locale d'énergie]. La population de la ville a un sentiment d'appartenance très fort envers [cette corporation municipale]" (9.2, O).

Plusieurs participants constatent aussi dans leur pratique professionnelle cette volonté des municipalités, et des leaders municipaux, de se doter d'une image verte. Le marketing écologique est cité par près de la moitié des participants comme étant un des motifs principaux qui pousse ou pourrait pousser les municipalités à se doter de systèmes de chauffage urbain alimentés à l'énergie renouvelable. Un des participants travaillant étroitement avec plusieurs municipalités québécoises le constate :

Toutes les municipalités que j'ai rencontrées ont à cœur de se différencier [des autres municipalités]. L'élément de concurrence intermunicipale est très présent chez les municipalités. La qualité de l'environnement et les considérations environnementales, le désir de rendre les villes et les quartiers plus verts semble, selon moi, bien réels. (...) Les systèmes géothermiques ou à la biomasse sont des exemples de projets pouvant contribuer à cette image (3.5, Q).

Le désir des municipalités de se démarquer de leurs consœurs est également repris par plusieurs participants qui évoquent que l'image verte ou durable de la ville peut même s'expliquer par un désir de positionnement régional. La ville de Victoriaville est citée à quelques reprises à titre d'exemple de municipalité s'étant démarquée et positionnée comme étant une ville phare en termes de développement durable. Un participant d'une ville concurrente a d'ailleurs confirmé que Victoriaville accorde une importance considérable aux questions énergétiques, en ayant mis sur pied des

programmes de subventions pour les nouvelles constructions et, dernièrement, pour les rénovations écoénergétiques dans le parc résidentiel, ce qui incite sa ville (concurrente) à en faire autant. Le cas de Rivière-du-Loup est également cité comme étant une ville aux aspirations durables et qui s'attarde de plus en plus aux questions énergétiques. Rivière-du-Loup est d'ailleurs actuellement en train de planifier au projet urbain d'envergure, un écoquartier, alimenté par un système de chauffage urbain. Il en a été de même à Blainville, avec le projet Chambéry, où la municipalité agissait sous un motif ouvertement environnemental. Un des participants explique que :

dans le projet Chambéry, le maire et certains conseillers municipaux avaient une vision claire et orientée sur le développement durable. Ils voulaient vraiment agir dans une optique environnementale, de faire du développement propre, permettant en même temps de redorer l'image de la municipalité. En trame de fond, il y avait la volonté de faire des revenus aussi, c'est certain, mais ce n'est pas le cœur du projet (10.7, J).

En ce sens, non seulement le projet de DD urbain permettrait de « renouveler la politique de la ville » (Hamman, 2012, p.61), en redonnant un élan au discours et à la vision de la ville, mais en plus, le DD permettrait de légitimer l'action et le pouvoir politique des décideurs, particulièrement lorsque le projet en question allie les considérations économiques, sociales et environnementales.

En poursuivant la réflexion, l'on peut également se questionner à savoir si les décideurs municipaux s'outillent uniquement à leurs fins du concept de DD, ou si plutôt les valeurs environnementales infléchissent, insidieusement ou lucidement, les réflexes politiques en faveur d'un développement urbain nouveau et réellement orienté vers la durabilité. Bastien (2012) soutient cette idée en affirmant qu'« avec le concept de développement durable (DD), les gestionnaires municipaux sont amenés à penser autrement le développement urbain et la gestion municipale » (p.1), et ce, au bénéfice de la société dans son ensemble.

Vision et portage politique comme condition *sine qua non*

Chose certaine, dans la totalité des témoignages évoquant la réussite de la mise en place de projets de production d'énergie à l'échelle locale, le leadership politique et la vision de développement de la collectivité de la part d'un ou de plusieurs dirigeants municipaux, semble avoir été les fers de lance de l'implantation de projets de chauffage urbain ou de production d'énergie locale. L'un des participants conclut bien sur l'importance des visionnaires et des porteurs de projets énergétique en étoffant sur leur histoire énergétique municipale (et régionale) :

La Ville semble avoir été en amont de ces projets, en avant. Elle a beaucoup joué un rôle de catalyseur, d'entremetteur et de promoteur du projet. Elle a conféré de la crédibilité au projet, en plus de veiller à tous les changements réglementaires pour faciliter l'implantation du projet, et aussi en aidant beaucoup à la logistique et la sensibilisation des citoyens (...)

Aussi, un nouveau directeur général est arrivé à la ville et parlait constamment de santé. Il visait la santé de la ville (et la région). Sa vision de la santé intégrait la santé économique, sociale, environnementale et plus encore. Il avait aussi un désir que la municipalité soit plus entrepreneuriale. Que la région développe son instinct entrepreneurial, et cesse d'attendre après le gouvernement. Il voulait renforcer l'économie circulaire afin que l'argent reste dans le coin le plus possible, au lieu d'envoyer des centaines de milliers de dollars en énergie à l'extérieur

(...) Le maire [de la municipalité] avait aussi déjà entamé des réflexions profondes sur ces questions (économiques, énergétiques et environnementales). Le maire, un ancien ingénieur et ancien commissaire au développement économique avait une bonne vision d'ensemble et cherchait des nouveaux projets de développement. (...) Bon, le timing était bon et les entreprises locales embarquaient déjà dans le coup à cause des retombées économiques potentielles, mais il fallait quand même tout organiser, tout coordonner, pis le maire et le directeur général, avec leur équipe, ont bien réussi leur coup. Sans eux, on ne serait probablement pas là. On n'aurait probablement pas de réseau thermique, pis on n'aurait pas acquis une expertise régionale dans le domaine. (3.3, K; 3.4, K)

Au final, s'il semble déjà d'actualité en aménagement du territoire de densifier le territoire, un effort supplémentaire se devra tout de même d'être fait auprès des

décideurs publics afin que ceux-ci souscrivent aux concepts de villes en transition, ou qu'ils réfléchissent en amont au lien entre l'aménagement du territoire et le potentiel que recèle le chauffage urbain pour leur compétitivité territoriale. Certains participants interrogés affirment qu'il devra y avoir une innovation dans les pratiques urbanistiques pour que le chauffage urbain se développe, et certains affirment directement ou indirectement qu'une approche holistique se devra d'être mise en place. L'un mentionne qu'« il ne faut plus penser en vase clos, comme c'est le cas actuellement. Globalement, on gagnerait à faire ça. Les municipalités doivent évaluer de manière systématique, comme un écosystème, les projets de développement urbain, et la gestion des affaires municipales aussi » (8.2, N). L'urbanisme devrait donc, selon ce dernier, inclure davantage de considérations, d'analyses et d'outils de gestion, comme des indicateurs de performance, cite-t-il en exemple, portant sur les aspects d'efficacité énergétique ou de développement durable, pour que les villes et les urbanistes intègrent ces aspects dans leurs réflexes d'aménagement. Un autre le seconde en ce sens en affirmant que « de toute évidence, il devrait y avoir une analyse plus poussée des projets et des dossiers de planifications. Et pas juste pour les questions énergétiques » (10.2, C). Déjà, selon les témoignages des participants, plusieurs municipalités semblent emboîter le pas et semblent chercher à innover dans leurs pratiques d'aménagement, ce qui se reflète déjà dans la mise sur pied de plusieurs projets innovants, ou dans l'adoption de réglementation audacieuse.

À titre d'exemple de projets innovants, la Cité verte, à Québec, est citée à plusieurs reprises comme modèle à reproduire par plusieurs participants puisqu'« elle permet le développement d'une expertise technique et urbanistique au niveau national » (9.1, B). À titre d'exemple au niveau réglementaire, la ville de Laval se démarque aussi avec « l'adoption de PIIA intégrant des notions énergétiques et de constructions passive » (7, M). Ou encore, à la ville de Québec, une novatrice « modification réglementaire permettant aux canalisations des réseaux thermiques de passer en travers de la voirie, alors qu'auparavant c'était interdit (...) ainsi que l'inscription sur ses plans municipaux de traverses de béton contenant les conduites du réseau thermiques » (9.1, V) permet

désormais de faciliter, voire même de « révolutionner [selon certains participants] la manière de concevoir des projets d'énergie dans les projets immobiliers » (9.1, V) et sur le domaine public.

Bref, la vision politique est non seulement un atout pour l'implantation de réseaux thermiques, mais elle pourrait même s'avérer la condition la plus importante pour la considération et la réalisation de ces projets énergétiques.

CONCLUSION

Cette étude permet de mettre en lumière les défis que le Québec doit relever afin de réussir la transition de son modèle énergétique et diversifier ses sources d'approvisionnement en énergie. L'alternative du chauffage urbain et des réseaux thermiques est ainsi présentée comme une des avenues possibles à explorer pour diversifier les sources d'énergie du Québec de manière renouvelable. Considérant l'importance de la planification territoriale dans la viabilité et la rentabilité des systèmes de chauffage urbain, l'ouvrage intègre les municipalités comme un acteur incontournable dans le déploiement de cette solution énergétique.

Or, avant que les Québécois adoptent la production d'énergie à partir de réseaux thermiques, plusieurs barrières devront être franchies. Parmi les obstacles au développement et à l'implantation des réseaux thermiques au Québec, cette recherche identifie : 1) la faiblesse des prix de l'électricité; 2) la présence d'une culture hydroélectrique bien ancrée dans les mœurs énergétiques de la population, et; 3) la présence d'inerties politique et organisationnelle prégnantes dans l'univers municipal québécois.

En contrepartie, il existe tout de même au Québec des projets de chauffage urbain fonctionnels et rentables, laissant croire que le développement de cette alternative énergétique y est tout de même possible. Certaines conditions semblent toutefois avoir été déterminantes dans la réalisation et la rentabilisation économique de ces projets de chauffage urbain. Soulevés par les participants rencontrés durant l'étude et reconnus dans la littérature, cette recherche a permis de cibler que les facteurs suivants peuvent permettre la réalisation de tels projets énergétiques : 1) la présence de seuils de densité urbaine ou énergétique; 2) les avantages collatéraux que peuvent apporter le développement d'une industrie liée aux réseaux thermiques, notamment au niveau de

la filière biomasse dans les régions forestières, et; 3) la présence d'une vision à l'échelle locale ou d'un porteur de projet pour mobiliser les énergies.

Parmi les obstacles à la réalisation de ce type de projet énergétique, le facteur économique semble déterminant, ayant été cité par la presque totalité des participants. Or, il se pourrait que cet argument s'estompe à moyen ou long terme si, à l'instar de son évolution des dernières années, l'hydroélectricité continue à connaître des hausses constantes de prix. Au fur et à mesure que les prix de l'électricité croîtront, les alternatives énergétiques seront perçues comme étant plus alléchantes.

L'analyse du chercheur ayant émergé des témoignages et de la littérature, amène à se questionner à savoir si un changement devrait également s'opérer du point de vue de l'angle et de la durée d'analyse des projets énergétiques (ou de construction d'infrastructure en général). Comme le mentionnent plusieurs participants, les décideurs publics sont élus pour de, sommes toutes, brefs mandats de 4 ou 5 ans, ne les amenant pas naturellement à réfléchir au-delà de cette temporalité. Se pourrait-il qu'il y ait ainsi prégnance d'une vision comptable de l'économie incitant les décideurs publics à une prise de décision en fonction d'impératifs de court terme, au détriment d'une analyse plus poussée, sur du long terme, des investissements? Dans le contexte d'implantation des systèmes de chauffage urbain, le chercheur abonde dans le sens de certains participants et croit qu'une analyse de l'implantation des systèmes énergétiques devrait tenir compte du cycle de vie des infrastructures. Par exemple, est-ce que les décideurs publics devraient plutôt utiliser la valeur actualisée nette (VAN) afin de rendre justesse à la valeur des investissements et d'un retour sur l'investissement (ROI) à plus long terme? Cela nécessiterait certes une appréciation à plus long terme des cycles comptables et économiques des entreprises et des décideurs publics, mais permettrait de guider la prise de décision véritablement en fonction de l'intérêt public et du plus grand respect de l'équité intergénérationnelle.

En lien avec les considérations économiques, la question de la transmutabilité des systèmes énergétiques semble cruciale. Il s'agit ici d'un défi que l'on pourrait qualifier de logistique dans la mesure où c'est l'ensemble de l'infrastructure énergétique qui serait impactée par un changement de système énergétique. Les tentacules des réseaux énergétiques liés à l'hydroélectricité sont bien enracinées au Québec. Le changement d'un système électrique à un système hydronique entraînerait des coûts exorbitants pour la plupart des particuliers et entreprises. Et pour ce qui est des nouvelles constructions qui peuvent plus facilement concevoir la mécanique de leur bâtiment en fonction d'un système hydronique, la problématique du branchement à une source d'énergie ou à un réseau économiquement viable demeure dans un contexte où subsiste un monopole naturel, Hydro-Québec, capable d'écraser la concurrence avec des tarifs, pour certains secteurs, situés sous le seuil du coût marginal de production.

De surcroît, et en marge des considérations économiques, il apparaît au chercheur que les critères relatifs à la culture énergétique renforcent l'inertie politique et organisationnelle et agit comme un frein au développement et à la prise en charge d'une compétence énergétique chez les municipalités québécoises. Il ressort en effet des entrevues que les participants semblent partagés sur la place que doivent occuper les municipalités dans le secteur énergétique. D'un côté, il semble que les municipalités jouissent de certaines habilitations législatives leur permettant d'intervenir dans le secteur énergétique; d'un autre, ces habilitations sont limitées et excluent la vente d'électricité, et confirment du même coup le monopole de la puissante société d'État qu'est Hydro-Québec. Non seulement le monopole semble contribuer à renforcer la déresponsabilisation de plusieurs municipalités envers leur compétence énergétique, mais en plus, la présence d'un monopole naturel efficace dans la production d'électricité québécoise, Hydro-Québec, occasionne une rude concurrence à tout nouveau projet de production d'énergie. Cela étant dit, l'enthousiasme des municipalités envers le développement de projets énergétiques locaux et régionaux semble prendre de l'ampleur. Cependant, en acheteur, producteur, transporteur et distributeur quasi unique d'électricité au Québec, Hydro-Québec semble toujours

omnipotente. En effet, la société d'État possède l'exclusif loisir de décider combien de blocs d'énergie alternative (éolien, biomasse, etc.) supplémentaire elle garantira le rachat et combien d'électricité supplémentaire elle pourra (ou décidera) d'intégrer à son vaste réseau. Face à ce Goliath énergétique, les municipalités font piètre figure de David.

En ce sens, le cumul des références des participants quant à la place qu'occupe et que doit occuper la société énergétique d'État, Hydro-Québec, laisse croire que ce legs historique de la Révolution tranquille est bien ancré dans les réflexes énergétiques des citoyens et des décideurs. Cet ancrage culturel comme principal moteur du développement énergétique québécois laisse-t-il présager que le développement de toute nouvelle alternative énergétique devra inéluctablement passer par la « bénédiction » financière (subvention), sinon que par les réseaux (matériels ou politiques) de la société d'État? À écouter certains participants, l'on pourrait finir par le croire.

Après tout, n'est-ce pas suite aux programmes de subvention à l'installation de puits géothermiques que l'industrie de la géothermie a connu son envol? N'est-ce pas suite à ses imposants investissements en recherche et développement, et suite à la conclusion d'ententes de rachat d'énergie éolienne que la filière du vent s'est graduellement déployée au Québec? Ne sont-ce pas les commandes de blocs d'énergie thermique de la société d'État qui ont en bonne partie permis le développement rapide de l'industrie de la biomasse? Et la liste pourrait s'allonger ainsi, intégrant au passage le développement récent des hydroliennes, voire même la voiture électronique avec le moteur-roue de TM4, les piles d'Avestor et les pôles de recharges électriques pour les voitures, etc. Les exemples abondent où Hydro-Québec insuffla le développement des filières énergétiques alternatives.

Cela étant dit, considérant les résultats émanant de l'analyse réalisée, le chercheur se questionne à savoir si cette véritable institution culturelle qu'est Hydro-Québec n'est

pas à la fois moteur et frein du développement des filières et des alternatives énergétiques au Québec. Certains participants ont soulevé le paradoxe existant entre le mandat d'Hydro-Québec et son utilisation politique à titre de tirelire des gouvernements successifs à la recherche de dividendes accrus pour renflouer les coffres de l'État. Ainsi, se pourrait-il que la société d'État se soit vue directement ou indirectement forcée de délaissier le côté jugé risqué du développement d'alternatives énergétiques pour répondre davantage à des impératifs comptables dictés par une logique politique d'assainissement des finances publiques? D'un côté, la société d'État prône et semble vouloir faire de l'efficacité énergétique et inciter au développement d'alternative énergétique; de l'autre, à court terme, ces mesures lui occasionnent directement des pertes en lui faisant vendre moins d'énergie hydroélectrique, sa spécialité. Et dans l'univers politique actuel, tout porte à croire que les gouvernements continueront à espérer des dividendes toujours plus élevés de la part de la société d'État afin d'éponger une partie des finances publiques provinciales et d'ainsi contribuer au Trésor public. Dans un tel contexte, si le développement des réseaux thermiques est souhaitable, il semblerait que la prise en charge de ce développement par Hydro-Québec est plus que douteuse. Mais alors, si elle s'avérait une avenue de développement souhaitable, comment et à qui pourrait donc incomber la responsabilité du développement de l'alternative du chauffage urbain?

Rocher (2013) nous dit que « les conditions institutionnelles et politiques de la prise en charge d'une compétence énergie, analysées à partir des ressorts justificatifs et des difficultés liées au changement d'échelle de la planification et de la gestion du chauffage urbain [s'avère un facteur important] » (p.3) quand vient le temps d'envisager la prise en charge locale du développement énergétique. La question se pose alors à savoir s'il serait donc possible d'envisager que, à l'instar de la Suède et du Danemark, pour ne nommer qu'eux, les municipalités québécoises se voient confier un rôle prépondérant dans le paysage énergétique du Québec, notamment pour le développement du chauffage urbain? Ces questions n'ont été qu'effleurées par la présente recherche, mais mériteraient certainement d'être étudiées davantage en

profondeur pour toutes les raisons mentionnées dans la problématique et le cadre conceptuel en lien avec les défis et potentialités à l'échelle locale.

Certains participants interrogés corroborent la littérature en affirmant que les municipalités, par leurs responsabilités sur l'aménagement du territoire ainsi que par leur expertise dans la gestion des réseaux urbains, semblent des acteurs tout désignés pour s'intéresser au développement de cette solution énergétique. Cependant, est-ce que dans le contexte politique, légal et organisationnel actuel du Québec l'acteur municipal serait apte et mûre pour accueillir de nouvelles responsabilités dans un champ de compétence qu'il semble, même s'il est déjà légalement habilité, peu maîtriser?

Le présent ouvrage n'ayant pu explorer le sujet sous cet angle, il semble toutefois pertinent d'ouvrir la réflexion sur un angle d'approche qui apparaît centrale dans la problématique du développement de toutes formes d'énergies alternatives au Québec. Quelle gouvernance pour l'inévitable virage énergétique qui attend le Québec à l'aube de ce XXI^e siècle? Après tout, le Québec moderne doit, en partie, sa naissance à l'exploitation judicieuse et entreprenante de sa richesse hydraulique, et tout porte à croire qu'en tant que société technologique, la postérité du Québec résidera dans ce continuum de développement énergétique propre et renouvelable. Continuum durant lequel les réseaux thermiques semblent mériter une place de choix, et dont les municipalités seront fort probablement appelées à jouer un rôle aussi inéluctable que prépondérant.

BIBLIOGRAPHIE

Agence de l'efficacité énergétique du Québec (AEE). Site internet de l'organisation, [en ligne], <http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/programmes-et-aides-financieres/> (Page consultée le 5 août 2013).

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). (2009). *Construire et mettre en œuvre un plan climat-énergie territorial- Guide méthodologique*. France. 228p.

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). (2014). *Guide de l'utilisateur du chauffage urbain*. France. 24p.

Agence internationale de l'énergie (AIE). (2008). *World Energy Outlook 2008*. Paris, France. 574p.

Agrell, P.J. et P. Bogetoft. (2005). Economic and environmental efficiency of district heating plants. *Energy Policy*, 33, 1351-1362.

Alcott, B. (2005). Jevon's paradox. *Ecological Economics* 54-1, 9-21.

Association canadienne de l'électricité (ACE). (2012). *Electricity Pricing, An Introduction to Canadian Electricity Rates*. 28 p.

Association canadienne des réseaux thermiques (CDEA/ACRT). (2009). *District Energy: A National Survey Report*. Toronto, Canada. 33 p.

Association canadienne des réseaux thermiques (CDEA/ACRT). (2011). *An Action Plan for Growing District Energy Systems Across Canada*. Toronto, Canada. 75 p.

Association de l'industrie électrique du Québec (AIEQ). (2008). *L'efficacité énergétique au Québec : La nécessité d'une approche pragmatique*. Montréal, Québec. 35p. (Mémoire présenté à la Régie de l'énergie du Québec dans le cadre de l'approbation du premier plan d'ensemble en efficacité énergétique et nouvelles technologies).

Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique (AQLPA). (2010). *Feuille de route pour décider collectivement de l'opportunité d'une industrie du gaz de schiste au Québec*. Québec, Québec. 357p. (Mémoire présenté au Bureau

d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) dans le cadre du dossier 273 – Développement durable de l'industrie des gaz de schiste au Québec).

Bastien, I. (2012). *Outil de prise de décision en développement durable pour les municipalités du Québec* (Mémoire de maîtrise inédit). Université de Sherbrooke. 215 p.

Bélanger, D., P. Gosselin et P. Poitras. (2008). *Changements climatiques au Québec méridional : Perceptions des gestionnaires municipaux et de la santé publique*. s.l. 12 p. (Rapport de recherche réalisé pour le compte de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)).

Berelson. B. (1952). *Analysis research*. s.l. À Free Press. 220 p.

Blais, M. et S. Martineau (2006). L'analyse inductive générale : description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches qualitatives*. 26, 2, 1-18.

Bouchard, M. et A. Smargiassi. (2007). Estimation des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique au Québec : Essai d'utilisation du Air Quality Benefits Assessment Tool (AQBAT). Vancouver, Canada. 70p. (Rapport de recherche réalisé pour le compte de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)).

Boutin, G. (1997). *L'entretien de recherche qualitatif*. Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.

Boyd, D.R. (2006). *L'air que nous respirons, Les normes et lignes directrices en matière de qualité de l'air – une comparaison internationale. Rapport sur la santé et l'environnement no.1*. S.l. 28p. (Rapport de recherche réalisé pour le compte de la Fondation David Suzuki).

Bréchet, T. (2007). L'Énergie : mutations passées et mutations en cours. *Reflets et perspectives de la vie économique*, 2007/4 XLVI 5-11.

Broberg, S. et al. (2012). Industrial excess heat deliveries to Swedish district heating networks : Drop it like it's hot. *Energy Policy*, 51, 332-339.

Brown, M. (2001). Market failures and barriers as a basis for clean energy policies. *Energy Policy*, 29, 1197-1207.

Bulkeley, H. (2010). Cities and the Governing of Climate Change. *Annual Review of Environment and Resources*, 35, 229-53.

Bulkeley, H., Castan Broto, V., et al. (2011). Cities and the low Carbon Transition. *The European Financial Review*, Août-Septembre 2011; 24-27.

Bulkeley, H. et M.M.Betsill. (2013). Revisiting the urban politics of climate change. *Environmental Politics*, 22 (1), 136-154.

Cagno, E., E.Worrell, A. Trianni, G. Pugliese. (2013). A novel approach for barriers to industrial energy efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 290-308.

Cariou, R., S. Le Dû, et B. Ronez. (2011). *Réseaux de chaleur et outils de l'urbanisme. Panorama des interactions*. (Rapport de recherche réalisé pour le Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Ouest (CETE-Ouest) et le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU)). France. 21 p.

Centre de ressources pour la chaleur renouvelable et l'aménagement énergétique des territoires (Cerema). (2010). Site internet de l'organisation. <http://www.cete-ouest.developpement-durable.gouv.fr/glossaire-reseaux-de-chaleur-a424.html>.

Chai, K., C. Yeo. (2012). Overcoming energy efficiency barriers through systems approach, A conceptual framework. *Energy Policy*, 46, 460-472.

Chérix, G. (2010). Planification énergétique et territoire. *Collage- Périodique d'urbanisme, d'aménagement et d'environnement*, 8-10.

Chertow, M.R. (2000). Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25, 313-337

Cities Alliance. (2007). *Liveable Cities : The benefits of urban environmental planning – A Study on Good Practices and Useful Tools*. Washington, États-Unis. 162p.

Clausen, A. S. (2012). The individually Focused Interview: Methodological Quality Without Transcription of Audio Recordings. *The Qualitative Report*. 17, 37, 1-17.

Colette, A. (2009). *Études de cas, Changement climatique et patrimoine mondial*. (Rapport de recherche réalisé pour le compte de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO)). Paris : France. 81p.

Connelly, D, et al. (2013). *Heat Roadmap Europe 2050 : Second pre-study for the EU27*. Bruxelles, Belgique : contribution collective de Halmstad University, Aalborg Universities, EcoFys Germany GmbH, PlanEnergi. 236 p.

DeCanio, J. (1998). The efficiency paradox: bureaucratif and organizational barriers to profitable energy-saving investments. *Energy Policy*, 26 (5), 441-454.

Daetra, L. (2003). Le décalage entre attitudes et comportements en matière de protection de l'environnement. Dans Gendron C., Vaillancourt J.-G. (dir.), *Développement durable et participation publique. De la contestation écologiste aux défis de la gouvernance*. Montréal : Québec, Presses de l'université de Montréal, p.79-89.

Davoudi S., Crawford J., Mehmood A. (eds.). (2009). *Planning for climate change. Strategies for mitigation and adaptation for spatial planners*. London, Earthscan.

Droege, P. (2006). *Renewable City, A comprehensive guide to an urban revolution*. Sussex, Grande-Bretagne: Wileys. 309p.

Elsman, P. (2009). Copenhagen District Heating System. Mémoire soumis dans le cadre du concours *Global District Energy Climate Award*. Copenhagen, Danemark: Municipalité de Copenhagen. 43p.

Ericsson, K. (2009). *Introduction and development of the Swedish district heating systems : Critical factors and lessons learned*. Lund, Suède: Lund University, RES-H Policy Project. 54 p.

Eurostat. (2014). *Half-Yearly electricity and gas prices, 2011-2013*. [en ligne], [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/File:Half-yearly_electricity_and_gas_prices,_first_half_of_year,_2011%E2%80%9313_\(EUR_per_kWh\)_YB14.png](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/File:Half-yearly_electricity_and_gas_prices,_first_half_of_year,_2011%E2%80%9313_(EUR_per_kWh)_YB14.png). (Page consultée le 1^{er} septembre 2014).

Fédération canadienne des municipalités. (2001). *Municipalités vertes – Guide d'infrastructure verte pour les municipalités canadiennes*. s.l. 47 p.

Fédération canadienne des municipalités. (2011). *Bâtir une économie verte pour le Canada : Le rôle des municipalités*. Ottawa, Ontario. 48 p.

Fridleifsson, I.B. (2001) Geothermal Energy for the Benefit of the People. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 5(3) 299-312.

Fortin, P. (2004). *La sécurité et l'avenir énergétique du Québec. Le développement économique et régional*. Québec. 22p. (Avis d'expert présenté au ministre des Ressources naturelles et de la Faune et des Parcs du Québec).

Gaz de France (GDF). (2013). *Cities of tomorrow*. France. 20p.

Gaz Métro. (2010). *Rapport annuel 2009*. [en ligne], <http://www.corporatif.gazmetro.com/data/media/rapport%20annuel%202009.pdf?culture=fr-ca>. (Page consultée le 29 mai 2014).

Giordano, Y. (Dir.) (2003). *Conduire un projet de recherche. Une perspective qualitative*. Colombelles : Éditions EMS. 318 p.

Gosselin, P., D. Bélanger et B. Doyon. (2009). *Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada, Chapitre 6 : Les effets des changements climatiques sur la santé au Québec*. p.243-324.

Gouvernement du Québec. Bureau des économies d'énergie, Ministère de l'énergie et des ressources. (1984). *Urbanisme et économie d'énergie*. 111p.

Gouvernement du Québec. (2006). *L'Énergie pour construire le Québec de demain, La stratégie énergétique du Québec 2006-2015*. Québec, Québec. 119 p.

Gronkvist, S. et P. Sandberg. (2004). Driving forces and obstacles with regard to co-operation between municipal energy companies and process industries in Sweden, *Energy Policy*, 34 (2006) 1508-1519.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième*. Genève, Suisse. 103 p. (Rapport de recherche réalisé pour le compte du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM)).

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2013). *Changements climatiques 2013, Les éléments scientifiques, Résumé à l'intention des décideurs. Contribution des Groupes de travail I au cinquième rapport d'évaluation du GIEC*. Genève, Suisse. 34 p. (Rapport de recherche réalisé pour le compte du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM)).

- Haley, B. (2014). Promoting low-carbon transitions from a two-world regime : Hydro and wind in Quebec, Canada. *Energy Policy*. 73, 777-788.
- Hamilton, L.D. et A.S. Manne. (2000). Les diverses sources d'énergie – leur coût pour la santé et l'économie. *AIEA Bulletin*, 20 (4) 46-62.
- Hamman, P. (2012). *Sociologie urbaine et développement durable*. Bruxelles : De Boeck. 200 p.
- Hogue, C., Bolduc, A. et D. Larouche. (1979). *Québec, un siècle d'électricité*. Montréal : Éditions Libre Expression. 415 p.
- Holmgren, H. et S. Amiri (2007) Internalizing external costs of electricity and heat production in a municipal energy system. *Energy Policy*, 35, 5241-5253.
- Hydro-Québec (HQ). (2013). *Prévision des besoins et des ventes au Québec*. [en ligne], http://www.hydroquebec.com/distribution/fr/marchequbécois/pdf/prev_ventes.pdf. (Page consultée le 13 août 2013).
- Hydro-Québec (HQ). (2013). Site internet de l'organisation. [en ligne], <http://www.hydrosourcedavenir.com/projets/19/l-hydroelectricite-assise-de-la-securite-energetique-du-quebec>. (Page consultée le 13 août 2013).
- Hydro-Québec (HQ). (2014). *Rapport sur le développement durable 2013*. 72 p. [en ligne], http://www.hydroquebec.com/publications/fr/rapport_perf_enviro/pdf/rdd_2013.pdf.
- Hydro-Québec (HQ). (2012). *Rapport annuel 2011*. 118p.
- Hydro-Québec (HQ). (2013). *Rapport annuel 2012*. 124 p.
- Hydro-Québec (HQ). (2014). *Rapport annuel 2013*. 124 p.
- Iken, J. (2010). Renaissance of district heating in the US. *Sun & Wind Energy* 10/2010, 210-214.
- International Energy Agency (IEA). (2009). *Cogeneration and District Heating. Sustainable Energy Technologies for Today...and Tomorrow*. Paris, France. [en ligne], http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CHPbrochure_09.pdf. (Page consultée le 4 septembre 2013).

Jacobs, J. (1985). *Cities and the wealth of nations : Principles of economic life*, Londres, Royaume-Uni: Viking. 257p.

KPMG International. (2012). *Cities infrastructure : a report on sustainability*. s.l. 32 p.

Kruyt, B., D.P. van Vuuren, H.J.M. de Vries, H. Groenenberg. (2009). Indicators for energy security. *Energy Policy*, 37, 2166–2181.

Lambert, S. (2011). *Impacts des changements climatiques sur la disponibilité de l'eau dans le sud du Québec*. (Mémoire de maîtrise inédit). Centre Universitaire de Formation en Environnement, Université de Sherbrooke. 192 p.

Lanoue, R. et N. Mousseau. (2014). *Maîtriser notre avenir énergétique, pour le bénéfice économique, environnementale et social de tous*. Rapport de la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec (CEEQ). 310 p.

Lecompte, E., A.W. Pang, et J.W. Russell. (1998). *La tempête de verglas de 1998*. Institut de prévention des sinistres catastrophiques. Document de recherche de l'IPSC, no.1. Toronto, Canada. 37 p.

Lefebvre, J.F., N. Moreau et J. Théorêt. (2010). *Énergies renouvelables : Mythes et obstacles – De la réhabilitation de l'hydroélectricité au développement énergétique durable*. Québec, Québec : Éditions Multimondes. 170p. (Document préparé par le Groupe de recherche appliquée en macroécologie (GRAME)).

Lemieux, D. (2012, octobre). *Évaluation économique de la filière de la biomasse forestière destinée aux projets de chaufferies*. Communication présentée au nom d'ÉcoRessources au Colloque Agri Énergie, Shawinigan, Québec, [en ligne], http://www.agrireseau.qc.ca/references/32/Agri-%C3%A9nergie/7%20Colloque_Agri_Energie_2012_10_25.pdf (Page consultée le 13 mai 2014)

LeTruong, N. et L. Gustavsson. (2014). Cost and primary energy efficiency of small scale district heating systems. *Applied Energy*, 130, 419-427.

Lund, H., B. Möller, B.V. Mathiesen et A. Dyrelund. (2010). The role of district heating in future energy systems. *Energy*, 35, 1381-1390.

MacRae, M. (1992). *Realizing the benefits of community integrated energy system*. Canadian Energy Research Institute. s.l. Juin 1992 41-78.

- Magnusson, D. (2012, mai). Swedish district heating, A system in stagnation: Current and future trends in the district heating sector. *Energy Policy*, 48, 449-459.
- Marchand, C. (2012). *La ville de demain*. s.l. 282 p. (Rapport de recherche réalisé pour le compte du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire).
- Marinova, M, C. Beaudry, A. Taoussi, M. Trepanier, J. Paris (2008). Economic assessment of rural district heating by bio-steam supplied by a paper mill in Canada. *Bulletin of Science, Technology & Society*. 28 (2) 159-173.
- McFarlane, C. et J. Rutherford. (2008). Political Infrastructure : Governing and Experiencing the Fabric of the City. *International Journal of Urban and Regional Research*, 32 (2) 363-374.
- Menanteau, P., D. Finon et M.-L. Lamy. (2003). Prices versus quantities : choosing policies for promoting the development of renewable energy. *Energy Policy*, 31, 799-812.
- Ministère des ressources naturelles du Québec (MRN). (2013). *Statistiques énergétiques, octobre 2013*. [en ligne], <http://www.mern.gouv.qc.ca/energie/statistiques/index.jsp>. (Page consultée le 29 mai 2014).
- Mongeau, P. (2011). *Réaliser son mémoire ou sa thèse, Coté jeans & coté tenue de soirée*. Québec, Québec : Presses de l'Université du Québec. 143p.
- Monstadt, J. (2009). Conceptualizing the political ecology of urban infrastructures : insights from technology and urban studies. *Environment and Planning*, 41, 1924-1942.
- Mousseau, N. (2009). *L'avenir du Québec passé par l'indépendance énergétique*. Québec, Québec : Éditions Multimondes. 166p.
- Munksgaard, J. (2005). Efficiency gains in Danish district heating. Is there anything to learn from benchmarking? *Energy Policy*. 33, 15, 1986-1997.
- Nalcor Energy Newfoundland and Labrador Hydro. (2013). *2012 Annual Performance Report Transparency and Accountability*. 26p.
- Nations Unis, Sustainable Development Knowledge Platform. (2012). *Perspectives on Sustainable Energy for the 21st Century (SD21)*. S.l. 58 p.

- O'Connor, P.A. (2010). *Energy Transitions*. Boston, États-Unis: Boston University, The Pardee Papers, 12, novembre 2010, 50p.
- Ontario Power Authority (OPA). (2010). *District Energy Research Report, Management Briefing Note*. Toronto, Ontario. 13p.
- Ouranos. (2010). *Vers l'adaptation aux changements climatiques, Les impacts*. [en ligne], <http://adaptation.ouranos.ca/fr/adaptation/vulnerabilites-impacts/activites/hydroelectrique/impacts/>. (Page consultée le 10 août 2013).
- Patton, M.Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. 3^e édition. Thousand Oaks, Californie : Sage Publications.
- Persson, W. et S. Wener. (2011). Heat distribution and the future competitiveness of district heating. *Applied Energy*, 88, 568-576.
- Pierce M. (1995). Controlling urban climates: the need for local heat supply planning. *Journal of Urban Technology*, vol. 2, issue 3, 59-79.
- Pineau, P.-O. (2010). Le prix de l'électricité au Québec. Des argumentaires en conflit. *Globe : revue internationale d'études québécoises*, 13, (2), 101-123.
- Quivy, R. et L. Van Campenhoudt. (2006). *Manuel de recherche en sciences sociales*. 3^e Édition. Paris, France : Dunod. 253p.
- Radovic, D. (2009). *Eco-urbanity: towards well-mannered built environments*. Londres, Royaume-Uni : Routledge.
- Reddy, A. (1991). Barriers to Improvements in Energy Efficiency. *Energy Policy*, décembre 1991, 953-961.
- Régie de l'énergie du Québec (Régie). (2004). *Avis de la Régie de l'énergie sur la sécurité énergétique des Québécois à l'égard des approvisionnements électriques et la contribution du projet du Suroît, A-2004-01*. 150 p. [en ligne], http://www.regie-energie.qc.ca/audiences/3526-04/AvisRegie_3526_Juin2004.pdf.
- Réseau des ingénieurs du Québec (RIQ). (2009). *Le développement énergétique du Québec dans un contexte de développement durable, Rapport final*. 160 p.
- Reidhav, C. et S. Werner. (2008). Profitability of sparse district heating. *Applied Energy*, 85, 867-877.

- Rezaie, B. et M.A. Rosen. (2012). District heating and cooling : Review of technology and potential enhancements. *Applied Energy*, 93, 2-10.
- Rocher, L. (2013). Le chauffage urbain dans la transition énergétique : des reconfigurations entre flux et réseau. *Flux*. 2013/2 (No.92). Lyon. 100 p.
- Rojey, A. (2011). *Comment assurer la transition énergétique?*. Institut français du pétrole, 1-37.
- Rubin, J. (2007). The Efficiency Paradox. *CIBC World Markets, StrategEcon*. 27 novembre, 1-12. [en ligne], http://research.cibcwm.com/economic_public/download/snov07.pdf.
- Saulnier, B. et R. Reid. (2009). *L'éolien au cœur de l'incontournable révolution énergétique*. Québec, Québec : Éditions Multimondes. 432p.
- Savard, M. (2012). Le développement de quartiers durables dans les municipalités du Québec. Essai présenté comme exigence partielle à la maîtrise en Environnement, Université de Sherbrooke. 113 p.
- Savard, S. (2013). *Hydro-Québec et l'État Québécois*. Québec, Québec : Septentrion. 452 p.
- Schillings, C. et S. Simon. (2005). Chapter 8: The Potential for District Heating Based on Renewable Energy: A Spatial Analysis. Parution dans *Demography and Infrastructure, Environment & Policy*. Allemagne: Springer. 147-164.
- Schmidt, R.R. et al. (2012). *Smarth cities: Challenges and opportunities for thermal networks*. Communications présentée au DHC13, 13e International Symposium on District Heating and Cooling, 3 et 4 Septembre 2012, Copenhagen, Danemark.
- Souami, T. (2007). L'intégration des technologies énergétiques dans l'action urbaine. Éclairage théorique d'expériences européennes. *Les annales de la recherche urbaine*, n°103, 6-17.
- Sperling, K. et B. Moller. (2012). End-use energy savings and district heating expansion in a local renewable energy system – A short-term perspective. *Applied Energy*, 92 (2012) 831-842.
- Thollander, P. et M. Ottosson. (2010). Energy management practices in Swedish energy-intensive industries. *Journal of Cleaner Production*, 18 (2010) 1125-1133.

Trépanier, M.-O. (2012). Un nouveau cadre législatif en matière d'urbanisme. Dans G. Beaudet, J.P. Meloche, et F.Scherrer (dir.). *Questions d'urbanisme*. Montréal, Québec : Les Presses de l'Université de Montréal.

Troy, A. (2012). *The Very Hungry City - Urban Energy Efficiency and the Economic Fate of Cities*. New Haven, États-Unis: Yale University Press. 366 p.

Tuominen, K., A. Tolman, A. Adjei, M.deBest-Waldhober. (2012). Energy savings potential in buildings and overcoming market barriers in member states of the European union. *Energy and Buildings*, 51, 48-55.

United States Energy Information Administration (EIA) (2009). *Annual Energy Outlook 2009, with Projections to 2030*. Washington, États-Unis. 230p.

United States Energy Information Administration (EIA) (2014). *Annual Energy Outlook 2013, with Projections to 2040*. Washington, États-Unis. 244p.

Union des municipalités du Québec (UMQ). (2013). *Livre blanc municipal, L'avenir a un lieu*. 78p.

Wierzbicka, A., L. Lilliebladb, J. Pagelsa, M. Strandb, A. Gudmundssona, A. Gharibic, E. Swietlickic, M. Sanatib et M. Bohgarda (2005). Particle emissions from district heating units operating on three commonly used biofuels. *Atmospheric Environment*, 39, 139-150.

ANNEXE I
FORMULAIRES DE CONSENTEMENT

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Titre de la recherche : L'implantation de réseaux thermiques collectifs dans les municipalités du Québec

Chercheur : Patrick Lachapelle, étudiant candidat à la maîtrise en urbanisme

Directeur de recherche : Jean-Philippe Meloche, PhD., professeur adjoint à l'Institut d'urbanisme, faculté d'aménagement, Université de Montréal; Mathieu Gillet, co-directeur.

A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

1. Objectifs de la recherche

Recueillir des points de vue d'acteurs clés du milieu énergétique et municipal québécois afin de :

1. Expliquer le niveau actuel de pénétration des réseaux thermiques au Québec;
2. Examiner le potentiel de développement de cette filière dans le contexte énergétique et municipal québécois;
3. Identifier quels des modes d'implantations (public, privé ou mixte) des réseaux thermiques qui semble le plus optimal dans le contexte québécois.

2. Participation à la recherche

La participation à cette recherche consiste à rencontrer le chercheur pour une entrevue individuelle de 60 à 90 minutes à un moment et dans un lieu que vous choisirez. Cette entrevue portera sur vos connaissances actuelles et votre point de vue professionnel sur le contexte énergétique et municipal actuel du Québec. L'entrevue sera enregistrée en audio, puis transcrite.

Nature de votre participation :

- Participer à une entrevue individuelle d'environ 60 minutes,
- Accepter d'être enregistré,
- Signer le formulaire de consentement incluant une clause de confidentialité.

3. Confidentialité

Les renseignements que vous nous donnerez demeureront confidentiels. Les entrevues seront transcrites et les enregistrements effacés. Chaque participant à la recherche se verra attribuer

un numéro et seuls le chercheur et son directeur de recherche auront accès à la liste des participants et des numéros qui leur auront été attribués. De plus, les renseignements seront conservés dans un classeur sous clé situé dans un bureau fermé.

Aucune information permettant de vous identifier d'une façon ou d'une autre ne sera publiée. Ces renseignements personnels seront détruits 7 ans après la fin du projet. Seules les données ne permettant pas de vous identifier seront conservées après cette date, le temps nécessaire à leur utilisation.

4. Avantages et inconvénients

En participant à cette recherche, vous pourrez contribuer à l'avancement des connaissances dans une filière énergétique peu connue au Québec, tout en contribuant à la recherche de solutions aux enjeux environnementaux et énergétiques québécois.

Le seul inconvénient envisagé est le temps que vous devrez accorder à l'entrevue.

5. Droit de retrait

Votre participation est entièrement volontaire. Vous êtes libres de vous retirer en tout temps sur simple avis verbal, sans préjudice et sans devoir justifier votre décision. Si vous décidez de vous retirer de la recherche, vous pouvez communiquer avec le chercheur, au numéro de téléphone indiqué ci-dessous. Si vous vous retirez de la recherche, les renseignements qui auront été recueillis au moment de votre retrait seront détruits.

6. Compensation

Les participants ne recevront aucune compensation financière pour leur participation à la recherche.

7. Diffusion des résultats

Si vous en faites la demande en indiquant l'adresse courriel où vous aimeriez qu'il vous soit transmis dans l'espace prévu à cet effet à la fin de ce formulaire, un rapport décrivant les conclusions générales de cette recherche vous sera transmis au cours de l'année 2014 lorsque les analyses auront été effectuées.

B) CONSENTEMENT

Je déclare avoir pris connaissance des informations ci-dessus, avoir obtenu les réponses à mes questions sur ma participation à la recherche et comprendre le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients de cette recherche.

Après réflexion et un délai raisonnable, je consens librement à prendre part à cette recherche. Je sais que je peux me retirer en tout temps sans aucun préjudice, sur simple avis verbal et sans devoir justifier ma décision.

Signature : _____ Date : _____

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse courriel à laquelle vous aimeriez que le rapport décrivant les conclusions générales de cette recherche vous soit transmis : _____

Je déclare avoir expliqué le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients de l'étude et avoir répondu au meilleur de ma connaissance aux questions posées.

Signature du chercheur : _____ Date : _____

Nom : _____ Lachapelle _____ Prénom : _____ Patrick _____

Pour toute question relative à la recherche ou pour vous retirer du projet, vous pouvez communiquer avec Patrick Lachapelle, étudiant candidat à la maîtrise en urbanisme, au numéro de téléphone : x ou à l'adresse courriel : x

Pour plus d'information sur vos droits comme participants, vous pouvez consulter le portail des participants de l'Université de Montréal à l'adresse suivante : x.

Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone x ou à l'adresse courriel suivante: x **(l'ombudsman accepte les appels à frais virés).**

Et pour toute information d'ordre éthique concernant les conditions dans lesquelles se déroule votre participation à ce projet, vous pouvez contacter le coordonnateur Comité plurifacultaire d'éthique de la recherche (CPER) par courriel : x ou par téléphone au poste x.

ANNEXE II
GRILLE D'ENTRETIEN

Guide d'entretien

Projet de recherche – Entrevues semi-dirigées
Patrick Lachapelle
Candidat à la maîtrise en urbanisme, Institut d'urbanisme
Faculté d'aménagement, Université de Montréal

MINI-QUESTIONNAIRE SOCIO-DÉMOGRAPHIQUE

Nom du participant :
Titre de l'emploi :
Nombre d'années d'expérience :
Formation académique :
Genre :
Âge :

NIVEAU DE PÉNÉTRATION DES RÉSEAUX THERMIQUES SUR LE MARCHÉ QUÉBÉCOIS

Si je vous dis RÉSEAUX THERMIQUES-CHAUFFAGE URBAIN, à quoi est-ce que cela vous fait penser? (Que connaissez-vous des réseaux thermiques?)

Selon vous, pourquoi les réseaux thermiques ne sont pas développés au Québec, alors qu'ils le sont ailleurs?

Pensez-vous que les réseaux thermiques peuvent concurrencer les autres sources d'énergies renouvelables du Québec (en terme de coûts, d'impacts environnementaux positifs, etc.)?

POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE DANS LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE ET MUNICIPAL QUÉBÉCOIS

Selon vous, est-ce que les réseaux thermiques devraient être plus répandus dans le contexte actuel québécois?

Parmi les principales sources d'énergie pouvant alimenter les réseaux thermiques, laquelle ou lesquelles seraient idéales selon vous dans le contexte québécois (géothermie, solaire thermique, biomasse, gaz naturel, récupération de chaleur fatale, etc.)?

Quels pourraient être les incitatifs favorisant le développement de cette filière au Québec?

MODES D'IMPLANTATION ET DE DÉVELOPPEMENT OPTIMAL DE LA FILIÈRE AU QUÉBEC

À votre avis, comment cette filière devrait-elle être développée? Qui serait les plus aptes à gérer, à opérer les réseaux thermiques?

Croyez-vous que les municipalités québécoises soient outillées pour implanter, gérer et rentabiliser leur RH?

Est-ce que le privé serait selon vous un planificateur et gestionnaire plus efficace pour favoriser l'implantation et le succès des RH?

Croyez-vous qu'une forme ou une autre de partenariat entre le privé et le public (PPP, société d'économie mixte, etc.) pourrait être plus efficace que le public ou le privé seul dans l'implantation des réseaux thermiques?

Est-ce qu'Hydro-Québec devrait être impliquée d'une quelconque manière dans le développement de cette filière énergétique? Comment?

MUNICIPALITÉS ET DÉVELOPPEMENT ÉNERGÉTIQUE DURABLE

Est-ce important pour les municipalités de projeter une image plus verte, plus durable? Si oui, pourquoi et comment peuvent-elles le faire?

Selon vous, y a-t-il une utilisation efficiente de l'énergie dans les municipalités (essence, éclairage, chauffage, etc.)?

Pourquoi est-ce que les municipalités sont généralement peu actives dans la production d'énergie?