

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LE DOMAINE DE LA CONSTRUCTION RÉSIDENTIELLE MULTIOGEMENTS
AU QUÉBEC : ANALYSE DU SECTEUR ET PROPOSITION D'UN GUIDE DES PRATIQUES INNOVANTES

Par
Sophie Latendresse

Essai présenté au Centre universitaire de formation
en environnement et développement durable en vue
de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Hélène Gervais

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Mai 2019

SOMMAIRE

Mots clés : économie circulaire, construction résidentielle multilogements, déconstruction, écomatériaux, écoquartier, économie de la fonctionnalité, écoconception.

L'objectif de cet essai est de faire un portrait de la situation actuelle dans le secteur de la construction résidentielle multilogements au Québec, de proposer des solutions pertinentes pour amener le secteur vers un modèle d'économie circulaire et d'émettre des recommandations pouvant accélérer l'implantation de l'économie circulaire dans le secteur. À l'opposé du modèle d'économie linéaire présentement en place dans la société moderne, l'économie circulaire permet d'amoinrir l'extraction de ressources naturelles en réinjectant, de manière circulaire, les matières déjà en circulation. Dans un monde où nous consommons 1,7 fois les ressources de la Terre à chaque année, il est primordial de repenser l'économie et les modes de consommation actuels. Ces remises en question sont particulièrement pertinentes dans le domaine de la construction, rénovation et démolition, car celui-ci génère près du tiers des matières résiduelles totales, soit environ 4,57 M de tonnes par année au Québec. Il laisse donc une grande empreinte écologique et nécessite une refonte afin de pouvoir s'adapter aux défis environnementaux.

La méthodologie utilisée dans cet essai se base sur une revue de littérature et des entrevues avec des spécialistes québécois dans certaines stratégies spécifiques en économie circulaire dans le domaine de la construction. Pour ce qui est des solutions locales proposées, elles ont été élaborées à partir d'exemples de solutions internationales, nationales et régionales. Une analyse multicritère a servi à faire les choix les plus judicieux pour le contexte provincial. Un guide des pratiques innovantes adressé aux acteurs du milieu et recensant les résultats de l'analyse multicritère est joint en annexe.

Les conclusions de l'analyse démontrent que plusieurs solutions sont envisageables à différents niveaux de gouvernance. Des initiatives comme la déconstruction des bâtiments, leur modularité, leur écoconception, le réemploi de matériaux, l'utilisation de technologies passives, la rénovation, le bon entretien des bâtiments et l'approvisionnement responsable constituent quelques-unes des solutions permettant de faciliter l'intégration de l'économie circulaire dans le secteur de la construction résidentielle. Les concepteurs, contracteurs, utilisateurs et gestionnaires d'immeubles ont tous un rôle clé à jouer dans l'application de ces solutions. Cependant, le gouvernement est l'acteur ayant un rôle pivot pouvant faire avancer les choses plus rapidement, notamment en légiférant sur certains aspects du secteur et en motivant, par l'implantation de différentes politiques, les acteurs du domaine.

REMERCIEMENTS

J'aimerais tout d'abord remercier ma directrice d'essai, Hélène Gervais, qui a consacré beaucoup de temps à m'encadrer, m'orienter et me conseiller tout au long du processus de rédaction. Je lui suis très reconnaissante pour sa patience et sa grande disponibilité, ainsi que pour m'avoir guidée, enseignée et poussée à aller toujours plus loin pour faire de cet essai ce qu'il est aujourd'hui dans sa version finale. Son aide, son appui, ses bons conseils et ses mots justes m'ont aidée à avancer et à persévérer à travers ce processus et ont grandement facilité ma tâche. Cette expérience aura été pour moi, en grande partie grâce à elle, très formatrice et agréable.

J'aimerais aussi remercier tous les spécialistes qui ont pris le temps de répondre à mes questions et qui ont contribué à la qualité et à la justesse des informations récoltées. Monsieur Bourassa, monsieur Demers, monsieur Bernardin, monsieur Cantin, monsieur Bellerose et monsieur Cliche ont accepté de partager leur savoir avec moi et, ce faisant, ils ont d'autant plus contribué à la pertinence de cet essai.

Finalement, au terme de mon long parcours scolaire, j'aimerais remercier ma famille, notamment mon copain qui m'a encouragée et épaulée, mais particulièrement mes parents qui m'ont toujours supportée et incitée à persévérer à travers ses hauts et ses bas. Leur dévouement et leur patience sont et seront toujours pour moi l'un des plus beaux cadeaux qu'ils m'ont faits. Je n'aurais probablement pas complété cette maîtrise et cet essai s'ils n'avaient pas cru en mes capacités depuis mon jeune âge, et pour cela, je leur en serai éternellement reconnaissante.

À mon grand-père, Louis C. O'Neil, que j'ai toujours admiré pour sa soif de savoir et sa passion pour l'environnement. Précurseur pour son époque, il a su me transmettre sa curiosité et son grand respect pour la nature.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE	5
1.1 La conception	5
1.1.1 L'étalement urbain	5
1.1.2 L'intégration d'un bâtiment dans son environnement	7
1.1.3 La responsabilité professionnelle et le facteur temps	7
1.1.4 Les certifications	8
1.1.5 Le choix des matériaux	9
1.2 La construction	10
1.2.1 La pollution atmosphérique générée par les chantiers	10
1.2.2 Le transport des employés	11
1.3 L'utilisation	11
1.3.1 L'usage non optimisé.....	11
1.3.2 Les technologies	12
1.3.3 L'insalubrité	12
1.3.4 La gestion des matières résiduelles ménagères	13
1.3.5 La consommation d'eau	14
1.3.6 La consommation énergétique	14
1.3.7 La rénovation	16
1.4 La fin de vie.....	17
1.4.1 La démolition et la déconstruction	17
1.4.2 Les matières résiduelles	20
2. LES SOLUTIONS ENVISAGÉES	27
2.1 La conception	28
2.1.1 Repenser le secteur : de nouvelles valeurs ajoutées	28
2.1.2 Repenser le bâti : l'optimisation des opérations	28
2.1.3 L'intégration du bâtiment dans son environnement	31
2.1.4 L'écoconception	34
2.1.5 L'approvisionnement responsable dans le choix des matériaux	35
2.2 La construction	38
2.2.1 L'optimisation des opérations.....	39
2.2.2 L'écoconception	40

2.2.3 L'utilisation plus fréquente des produits	41
2.2.4 Le prolongement de la durée de vie des produits et des composantes	42
2.2.5 Donner une nouvelle vie aux ressources	43
2.3 L'utilisation	43
2.3.1 L'optimisation de l'utilisation de l'eau : l'optimisation des opérations	44
2.3.2 L'efficacité énergétique : la consommation responsable	44
2.3.3 La diminution de la consommation d'eau : la consommation responsable	46
2.3.4 L'utilisation plus fréquente des produits	48
2.3.5 Le prolongement de la durée de vie des produits et des composantes	50
2.3.6 Donner une nouvelle vie aux ressources	53
2.4 La fin de vie	54
2.4.1 Donner une nouvelle vie aux ressources	55
3. LA SÉLECTION DES SOLUTIONS	61
3.1 L'analyse multicritère	61
3.1.1 La conception	68
3.1.2 La construction	69
3.1.3 L'utilisation	70
3.1.4 La fin de vie.....	72
3.2 Les recommandations générales	72
CONCLUSION	76
RÉFÉRENCES	77
BIBLIOGRAPHIE	89
ANNEXE 1 - AMPLÉUR RELATIVE DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES DUES AUX ACTIVITÉS DE CONSTRUCTION.....	90
ANNEXE 2 - LES DÉBOUCHÉS DES MATÉRIAUX DE CRD EN FIN DE VIE	91
ANNEXE 3 - GUIDE DES PRATIQUES INNOVANTES EN ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LE DOMAINE DE LA CONSTRUCTION RÉSIDEN­TIELLE MULTILOGEMENTS AU QUÉBEC.....	92

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1	Pertes de chaleur attribuables à une mauvaise isolation ou à une mauvaise étanchéité...15
Figure 1.2	Répartition de la consommation énergétique d'un ménage.....16
Figure 1.3	Répartition des investissements dans le secteur de l'habitation au Québec en 2017.....17
Figure 1.4	Répartition des résidus de CRD acheminés au recyclage et à la valorisation énergétique au Québec en 2015.....21
Figure 2.1	Les stratégies d'économie circulaire27
Figure 2.2	La hiérarchie de l'approvisionnement responsable dans le choix des matériaux.....35
Figure 2.3	Fabrication de bois lamellé-croisé.....37
Figure 2.4	Fonctionnement d'un système de récupération des eaux grises.....47
Tableau 2.1	Résumé des problématiques ainsi que des solutions.....59
Tableau 3.1	Description des critères et méthodologie de pointage.....62
Tableau 3.2	Analyse multicritère des solutions.....65

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

3RV	Réduction, réemploi, recyclage et valorisation
3R MCDQ	Regroupement des récupérateurs et des recycleurs de matériaux de construction et de démolition du Québec
ACV	Analyse de cycle de vie
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AFM	Analyse de flux de matière
APCHQ	Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec
BAMB	<i>Buildings as material banks</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BOMA BEST	<i>Building Owners and Managers Association BEST</i>
CBDCa	Conseil du bâtiment durable du Canada
CCQ	Commission de la construction du Québec
CCUM	Climatisation et Chauffage Urbain de Montréal
CFC	Chlorofluorocarbure
CO ₂	Dioxyde de Carbone
COP	Conférence des parties
COV	Composés organiques volatils
CRD	Construction, rénovation et démolition
CVMC	Centre de Valorisation M. Charrette
DEP	Déclaration environnementale de produits
DIF	<i>Disruptive Innovation Festival</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
GES	Gaz à effet de serre
GWh	Gigawatt-heure
HEC	École des hautes études commerciales
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
Institut EDDEC	Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire
ISÉ	Information, sensibilisation et éducation
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
LEED ND	<i>LEED Neighborhood Development</i>
LET	Lieu d'enfouissement technique

MAMOT	Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
OAQ	Ordre des architectes du Québec
OCR	Observatoire de la consommation responsable
PEHD	Polyéthylène à haute densité
PIB	Produit intérieur brut
PMG	<i>Property Markets Group</i>
SEREX	Service de recherche et d'expertise en transformation des produits forestiers
SCHL	Société canadienne d'hypothèques et de logement
SSEE	Société de Service en Efficacité Énergétique
TEA	<i>Toronto Environmental Alliance</i>
WRAP	<i>Waste and Resources Action Programme</i>

LEXIQUE

Bâtiment à carbone zéro	« [...] un bâtiment très écoénergétique qui produit sur place, ou qui se procure de l'énergie renouvelable sans carbone dans une quantité suffisante pour compenser les émissions annuelles associées à l'exploitation du bâtiment. » (Conseil du bâtiment durable du Canada, 2017)
Bâtiments à énergie positive	« [...] bâtiments qui produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment pour leur fonctionnement » (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, 2017a)
Collectivité viable	« [...] un milieu de vie qui répond aux besoins fondamentaux de ses résidents, est favorable à leur santé et assure leur qualité de vie. Son mode de développement favorise l'équité, respecte la capacité des écosystèmes et permet d'épargner les ressources naturelles, énergétiques et financières : elle [la collectivité] peut se maintenir à long terme. » (Vivre en Ville, s. d.)
Déconstruction	« Le démantèlement complet ou partiel d'un bâtiment, pour récupérer ses composantes réutilisables. » (Demers, 2013)
Écogestion de chantier	« Démarche visant la réduction des impacts environnementaux du secteur du bâtiment et prévoyant tant les phases de création, de planification, de construction et d'entretien que de gestion des matériaux, et ce, durant tout le cycle de vie d'un bâtiment. » (RECYC-QUÉBEC, 2018)
Écoquartier	« Un écoquartier a vocation à être un modèle d'urbanisation qui assure la qualité de vie de ses résidents et permette de réduire considérablement l'utilisation des ressources naturelles, énergétiques et financières, durant sa construction et via le mode de vie de ses habitants. » (Collectivités viables, s. d.)

Économie de la fonctionnalité	« [...] fournir aux entreprises, individus ou territoires, des solutions intégrées de services et de biens reposant sur la vente d'une performance d'usage ou d'un usage et non sur la simple vente de biens. » (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, 2017b)
Réduction à la source	« Action permettant d'éviter de générer des résidus lors de la fabrication, de la distribution et de l'utilisation d'un produit. » (Cliche, 2010)

INTRODUCTION

L'industrie de la construction résidentielle est essentielle au développement de nos sociétés. Elle permet de combler un besoin sécuritaire de l'Homme. Elle est souvent la source du plus grand investissement qu'une personne fera dans sa vie (Disruptive Innovation Festival [DIF], 2018). Toutefois, présentement, l'industrie de la construction est l'un des secteurs qui consomment le plus de ressources naturelles et qui génèrent également une grande quantité de matières résiduelles. En effet, à l'échelle internationale, la filière de l'habitation absorbe environ 40,6 milliards de tonnes de matériaux issus de ressources naturelles, ce qui représente un peu moins que la moitié de tous les matériaux injectés dans nos systèmes économiques par année (Circle Economy, 2019). De plus, l'industrie de l'infrastructure et de l'habitation est responsable d'environ le cinquième des émanations annuelles d'équivalent dioxyde de carbone (CO₂) (Circle Economy, 2019). À l'échelle nationale, selon les dernières données du gouvernement du Canada datant de 2015, l'industrie de la construction, rénovation et démolition (CRD) était à elle seule responsable de l'émission de 85,6 mégatonnes d'équivalent CO₂, ce qui représente environ 12 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) du pays (Environnement et Changement climatique Canada, 2015). Au Québec, en 2008, le secteur de la CRD a généré environ le tiers des matières résiduelles totales, soit environ 4,57 millions de tonnes (RECYC-QUÉBEC, 2018a). En 2015, 71,5 % des résidus de CRD du segment du bâtiment ont été triés à la source et acheminés vers un centre de tri (RECYC-QUÉBEC, 2018a). Le recyclage et la valorisation énergétique étant les dernières options dans la hiérarchie des 3RV (réduction, réemploi, recyclage et valorisation), il est pertinent de penser qu'une optimisation des flux, de façon circulaire, pourrait être envisagée au Québec et que la récupération des matériaux de construction n'est pas la finalité ultime.

En 2017, au Québec, les dépenses en immobilisations pour la construction étaient estimées à 46,8 milliards \$, ce qui équivaut à 12 % du produit intérieur brut (PIB). De cette valeur, environ la moitié, soit 24,7 milliards \$, provenait du secteur résidentiel (Ministère de l'Économie et Innovation Québec, s. d.a). En 2017, ce secteur a employé 157 086 personnes, représentant 148,1 millions d'heures de travail (Commission de la construction du Québec [CCQ], 2017). Dans la province, le domaine de la construction est donc majeur et a une incidence économique importante sur l'emploi. De plus, il est important de considérer que l'écosystème d'affaires du domaine de la construction, au Québec, représente 43,6 milliards \$ en PIB (Deloitte, 2016). Cependant, celui-ci engendre de nombreuses répercussions sur le plan environnemental, notamment en raison de la linéarité du système d'approvisionnement et de traitement des ressources à toutes les étapes du cycle de vie, qui entraîne la surconsommation de ressources en

amont de la chaîne d’approvisionnement ainsi que du gaspillage en aval, lorsque les matières sont jetées. En effet, cette filière utilise de nombreux intrants provenant de plusieurs secteurs, et force est de constater que peu de solutions ont été mises en place au Québec pour contrer ces failles, et que le marché n’est pas encore orienté vers la circularité des matériaux de construction. Le changement se fait difficilement, car il implique un grand nombre de parties prenantes, allant des donneurs d’ouvrage aux entrepreneurs, aux fournisseurs, aux corps de métier et aux services connexes. Dans la province, comme partout ailleurs dans le monde, une mutation du secteur de la construction s’impose afin que celui-ci ait moins d’impacts directs sur l’environnement et puisse s’adapter aux nombreux défis à surmonter dans le futur, notamment en ce qui concerne l’approvisionnement, la volatilité et la hausse du prix des matières premières (Dobbs, Oppenheim et Tompson, 2013). Il faut donc passer d’un système d’économie linéaire à un système d’économie circulaire afin de découpler la croissance économique, c’est-à-dire découpler la consommation des ressources naturelles de la croissance du PIB, dans le but de réduire les impacts environnementaux et augmenter le bien-être de la population (Agence de l’Environnement et de la Maîtrise de l’Énergie [ADEME], 2014).

L’économie circulaire est un principe défini par le Pôle québécois de concertation sur l’économie circulaire comme étant :

« [Un] système de production, d’échange et de consommation visant à optimiser l’utilisation des ressources à toutes les étapes du cycle de vie d’un bien ou d’un service, dans une logique circulaire, tout en réduisant l’empreinte environnementale et en contribuant au bien-être des individus et des collectivités. » (Institut de l’environnement, du développement durable et de l’économie circulaire [Institut EDDEC], 2015)

Ce concept est encore peu intégré dans la filière de la construction au Québec. En effet, le principe de l’économie circulaire est encore récent dans la province, l’Institut EDDEC, pionnier dans ce domaine au Québec, ayant été créé en 2014 et les premières Assises québécoises de l’économie circulaire ayant été tenues en 2018 (Institut EDDEC, 2018). De bonnes pratiques sont mises en place dans l’industrie, mais aucune certification dans le secteur de la construction ne se base sur le principe de la circularité. De ce fait, il y a un manque à combler.

Se penchant sur les lacunes du secteur, tant sur le plan de la conception, de la construction, de l’occupation et de la fin de vie des bâtiments résidentiels, cet essai mettra en lumière les différentes difficultés rencontrées en raison des pratiques linéaires en place dans toutes les phases de vie d’un

bâtiment. Puis, des solutions intégrant des principes d'économie circulaire seront proposées pour contrer ces lacunes. Par la suite, une analyse multicritère sera effectuée afin de mettre en lumière les solutions les plus efficaces applicables au contexte québécois en tenant compte des aspects logistiques, législatifs, administratifs et de gouvernance. Cette analyse sera réalisée en considérant six critères : les difficultés technologiques, les difficultés administratives/palier de gouvernance et coordination, les investissements financiers, le niveau de circularité, les retombées environnementales ainsi que la durée du déploiement. Finalement, un guide des pratiques innovantes regroupant ces différentes solutions sera présenté en annexe.

L'objectif général de cet essai est d'évaluer les meilleures pratiques d'économie circulaire dans le domaine de la construction d'immeubles résidentiels, pouvant inclure également des activités commerciales, afin de créer un « Guide des pratiques innovantes en économie circulaire pour le domaine de la construction résidentielle multilogements au Québec », tout en apportant les meilleures pistes de solutions à l'implantation de ces pratiques. À partir de cet objectif général, trois objectifs secondaires ont été élaborés.

Premièrement, brosser un portrait de la filière de la construction au Québec dans un contexte d'économie linéaire, en analysant, pour chaque étape du cycle de vie de l'immeuble résidentiel, ses enjeux, causes, impacts, freins, leviers, parties prenantes et facteurs d'influence. Deuxièmement, analyser les pratiques circulaires innovantes du domaine de la construction résidentielle, pour chaque étape du cycle de vie d'un immeuble résidentiel. Troisièmement, proposer des recommandations sous la forme d'un « Guide des pratiques innovantes en économie circulaire pour le domaine de la construction résidentielle multilogements au Québec » dans le but de recenser les meilleures pratiques et leurs mécanismes d'implantation dans un contexte québécois, afin de rendre circulaire chaque étape du cycle de vie d'un immeuble résidentiel.

Dans le premier chapitre de cet essai, un état de la situation actuelle dans le domaine de la construction résidentielle multilogements au Québec sera dressé afin de comprendre le fonctionnement de cette industrie ainsi que les principaux freins et leviers. Les sources consultées dans cette section sont majoritairement des entrevues téléphoniques avec des acteurs pionniers dans le secteur de l'économie circulaire, ainsi que dans le secteur de la construction. Puis, dans le deuxième chapitre, il sera question d'évaluer les meilleures initiatives circulaires locales et internationales. De l'information assez dense est

disponible sur des solutions québécoises et venant de l'étranger proposées par des entités légitimes, telles que des entités gouvernementales, corporatives ou municipales. Enfin, les données collectées seront croisées dans une analyse multicritère, afin de définir les meilleures pratiques applicables au Québec. En annexe 3, un guide des pratiques innovantes sera présenté afin de proposer un outil pratique et pédagogique aux acteurs du secteur de la CRD. Afin d'affiner le champ de recherche de cet essai, il est important de mentionner que celui-ci portera sur des bâtiments multilogements de hauteur moyenne, à savoir d'un à douze étages. Ce choix a été fait en fonction de la situation actuelle au Québec. Les hautes tours à logements résidentiels ne sont pas très fréquentes sur le territoire provincial. Ce genre de construction se retrouve, dans une large part, dans les grands centres urbains et en périphérie de ceux-ci. La majorité des habitations de type condominium, à Québec (69,5 %) comme à Montréal (64,2 %), sont des immeubles à hauteur restreinte, soit de cinq étages et moins (Statistique Canada, 2011). Il est donc pertinent que cette étude porte sur la circularité des bâtiments résidentiels multilogements de hauteur moyenne, car il s'agit du type de bâtiment que l'on retrouve le plus fréquemment sur le territoire (A. Bourassa, conversation téléphonique, 23 janvier 2019).

1. DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE

Actuellement, tel que mentionné précédemment, le domaine de la construction résidentielle multilogements est administré de façon linéaire, et ce secteur a tendance à demeurer très conservateur au Québec.

Cette partie comprendra un diagnostic de la situation actuelle au Québec tenant compte des différentes phases du cycle de vie d'un bâtiment résidentiel multilogements, c'est-à-dire la conception, la construction, l'utilisation et la fin de vie. Pour chacune d'elles, une analyse de leurs freins, leviers et parties prenantes sera effectuée. En ce qui concerne les innovations et les projets ambitieux dans le domaine de l'économie circulaire, ils seront abordés dans la partie suivante intitulée l'analyse des solutions. Le diagnostic de la situation permettra de faire un portrait général de l'état présent de la construction résidentielle au Québec afin de mieux comprendre les barrières à franchir et les opportunités à saisir.

1.1 La conception

La conception est une phase très importante dans le cycle de vie d'un bâtiment, car elle détermine l'essence même de celui-ci et induit donc toutes les phases subséquentes. Conventionnellement, l'Homme perçoit souvent les bâtiments comme ayant une fonction spécifique à remplir. Cependant, lorsque les besoins de la société ainsi que les préférences des utilisateurs changent, ces constructions deviennent souvent désuètes, et même obsolètes. Il est donc d'usage de les détruire pour en construire de nouvelles (DIF, 2018). La déconstruction de ces immeubles génère un grand nombre de matières résiduelles, et la construction d'un nouvel édifice demande l'extraction d'une grande quantité de matières premières. L'industrie de la construction, qu'elle soit privée ou publique, a recours à un grand nombre de ressources qui sont gaspillées et non utilisées à leur plein potentiel (DIF, 2018). La conception est donc très importante dans ce processus, car elle permet d'optimiser le bâtiment en créant un espace habitable qui sera modifiable et modulable dans le temps.

1.1.1 L'étalement urbain

Dans l'intention de comprendre les tendances du marché et les standards québécois relatifs à la conception de bâtiments résidentiels multilogements, il est important de connaître la situation provinciale de la construction résidentielle. En 2018, il y a eu 46 874 mises en chantier de projets résidentiels (incluant tout type d'habitations) et 42 062 logements ont été achevés (Société canadienne d'hypothèques et de logement [SCHL], 2018). Bien que le marché des logements collectifs soit plus important que celui des

logements individuels, il y a encore une forte tendance à l'achat de maisons individuelles, ce qui influence la manière dont sont pensés nos bâtiments. La vie de banlieue est un phénomène encore bien ancré au Québec. De 2006 à 2016, une croissance des banlieues de 84 % a été répertoriée dans la province (Gordon, Hindrichs et Willms, 2018). Ce choix est notamment dû au coût de la vie qui y est moins élevé qu'en ville. De plus, l'espace est un enjeu qui favorise le choix de la banlieue, où les terrains et les maisons sont plus grands, tout en restant abordables (Macroux, 2018, 21 août). Cependant, cet étalement urbain engendre des coûts environnementaux qui sont à considérer, notamment la perte de territoires naturels causée par la construction de vastes propriétés sur de grands terrains qui entraîne un appauvrissement d'habitats naturels plus important que lorsque la densification et la construction verticale sont primées. De plus, dans les banlieues, les commerces de proximité étant plus rares, l'usage des transports est souvent nécessaire pour avoir accès à des services et au milieu de travail (Macroux, 2018, 21 août). Il a été démontré que les banlieusards étaient plus enclins à posséder une voiture, à passer plus de temps à se déplacer en automobile et à délaisser les transports en commun (Gordon et al., 2018). Cette utilisation accrue de véhicules automobiles engendre l'émission de GES ainsi que de la pollution atmosphérique (Gordon et al., 2018). Ainsi, un habitant de la couronne de Montréal est susceptible d'avoir un bilan carbone une fois et demi plus grand que celui d'un résident de l'agglomération métropolitaine (Rambert et Robin, 2018). Cette analyse des tendances du milieu des logements résidentiels démontre que les habitations d'aujourd'hui sont encore construites en fonction de la demande du marché, laquelle n'est pas encore dirigée vers la protection des habitats naturels et la densification des centres urbains. Les habitudes de consommation des Québécois constituent un frein à l'application de l'économie circulaire dans le domaine de la construction résidentielle, car les habitations étant étendues sur le territoire, il est plus difficile de créer des boucles de flux courtes et locales. De plus, ce mode d'habitation requiert un grand nombre de matières premières et d'espaces naturels, ce qui va à l'encontre du principe de réduction à la source. Il ne s'agit donc pas d'une utilisation optimale des ressources naturelles.

Cependant, ce ne sont pas que les préférences des Québécois qui guident ces tendances. Cette croissance des banlieues découle également du fait que les municipalités tirent majoritairement leurs profits des taxes foncières (Marohn, 2018). Ainsi, pour qu'elles soient rentables, il faut qu'elles développent leur territoire. Elles peuvent aussi tirer leurs rendements des revenus de permis, de redevances et d'investissements de court terme de promoteurs immobiliers (Marohn, 2018). Toutes ces rémunérations sont basées sur le principe de croissance des villes, lequel est en conflit avec la protection du territoire naturel. Si la municipalité n'est pas en développement, celle-ci peinera à payer ses frais de maintien et de

fonctionnement. Ce processus crée un cercle sans fin dans lequel les municipalités s'engagent. Il est donc normal qu'elles ne priorisent généralement pas les zones protégées d'où peu de profit direct peut être tiré, si on ne tient pas compte des loisirs (chasse, pêche, vélo, randonnée, activités nautiques, etc.) (Marohn, 2018).

1.1.2 L'intégration d'un bâtiment dans son environnement

La phase de conception d'un bâtiment ne concerne pas seulement l'élaboration de la bâtisse, mais aussi son intégration dans l'environnement urbain. Le choix du terrain est donc primordial, ainsi que le type d'usage. Cet essai porte, comme son titre l'indique, sur les bâtiments résidentiels multilogements. Cependant, dans les bonnes pratiques et dans une perspective circulaire, il est important d'intégrer un usage multiple afin de pouvoir offrir des services de proximité, et donc de contribuer à l'effervescence d'un quartier. À grande échelle, l'écoquartier permet de développer un milieu de vie dynamique et durable. Ce type d'urbanisme peut être défini comme étant un modèle d'urbanisation ayant la vocation de réduire l'utilisation de ressources naturelles, ainsi que l'utilisation de ressources financières et énergétiques tout en augmentant la qualité de vie des résidents (Collectivités viables, s. d.). Cependant, au Québec, aucune réglementation ne balise ni ne définit ce qu'est un écoquartier. Tout développement de quartier peut donc être désigné comme étant un écoquartier, ce qui peut faire perdre de la crédibilité au titre, et même décourager certains entrepreneurs à s'intéresser au concept (Ordre des architectes du Québec [OAQ], 2014a). Le gouvernement, qui ne légifère pas sur ce qu'est un écoquartier, pose un frein au développement de ce type de quartier (OAQ, 2014a).

1.1.3 La responsabilité professionnelle et le facteur temps

Nécessairement, l'innovation dans le domaine de la conception vient avec une part de risque et d'inconnu. Oser dans un milieu où la responsabilité professionnelle à perpétuité est présente, c'est prendre un risque non négligeable, autant pour les architectes et les ingénieurs que pour les entrepreneurs (A. Bourassa, conversation téléphonique, 23 janvier 2019). Ces personnes ont une responsabilité sur toute la durée de vie du bâtiment. De ce fait, plusieurs sont réticents à expérimenter. Les nouveaux matériaux et les nouvelles techniques innovantes d'un point de vue environnemental ne sont donc habituellement pas privilégiés, car ce qui n'est pas conventionnel représente un risque inconnu (A. Bourassa, conversation téléphonique, 23 janvier 2019). Les aléas sont minimisés en priorisant les formules gagnantes, moins compromettantes sur les plans économique et légal. Il y a une grande résistance au changement dans la filière de la construction et de la conception qui est en partie liée à cette particularité légale (A. Bourassa,

conversation téléphonique, 23 janvier 2019). C'est un domaine où l'argent représente du temps, donc demeurer conventionnel et faire ce qui a toujours été enseigné reste payant. Les promoteurs ont tendance à trouver un modèle et des habitudes de construction qui leur conviennent et qu'ils vont simplement reproduire dans tous leurs projets, afin d'économiser sur des honoraires et du temps de travail d'élaboration. Il y a donc peu de recherche d'innovation qui soit liée à cette conception. (A. Bourassa, conversation téléphonique, 23 janvier 2019) Le fait que l'innovation soit peu présente a pour effet que les bâtiments et leurs fonctions évoluent tranquillement. L'industrie reste traditionnelle en exploitant des ressources conventionnellement et en créant peu de flux circulaires. Cependant, bien que ce soit un domaine très traditionnel, la conscience que nous avons des impacts environnementaux induits par le secteur de la construction s'accroît petit à petit. Toutefois, les concepteurs ne sont pas les seuls à devoir agir et se responsabiliser face à ce défi ; il faut que le gouvernement agisse également. Celui-ci peut avoir un impact majeur sur la législation et les obligations des entrepreneurs.

1.1.4 Les certifications

Les bâtiments perçus par la société comme étant « verts » le sont bien souvent parce qu'ils sont titulaires de certifications telles que *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), *Building Owners and Managers Association BEST* (BOMA BEST), etc. Cependant, ces certifications ne sont pas souvent adaptées aux contextes canadien et québécois (A. Bourassa, conversation téléphonique, 23 janvier 2019) (J. Cantin, conversation téléphonique, 17 janvier 2019). Une grande partie de ces certifications sont en rapport avec l'énergie qui, au Québec, est relativement propre. De ce fait, le bouquet énergétique et l'impact d'une consommation ne sont pas du tout les mêmes qu'ailleurs dans le monde. De plus, le climat nordique et les conditions géographiques du territoire peuvent avoir une incidence sur plusieurs facteurs d'évaluation. C'est pourquoi il est important d'avoir une certification québécoise qui puisse facilement être adaptable et modulable dans le temps, au fur et à mesure que le domaine évolue (A. Bourassa. Conversation téléphonique, 23 janvier 2019). De plus, les certifications environnementales internationales contiennent plusieurs critères qui sont maintenant exigés par les municipalités québécoises. Par exemple, beaucoup de quartiers montréalais ont adopté une réglementation obligeant les entrepreneurs à opter pour un toit vert, blanc ou gris lors de la construction d'un toit plat (Ville de Montréal, s. d.a) (Ville de Montréal, s. d.b). Certains aspects des certifications internationales sont toutefois moins adaptés au contexte québécois, comme le bouquet énergétique, ce qui fait que plusieurs critères peuvent être perçus comme étant non pertinents ou pas assez sévères au niveau environnemental.

1.1.5 Le choix des matériaux

Dans la phase de conception, le choix des matériaux est très important, car une grande partie de l’empreinte écologique peut être déterminée à cette étape. Une quantité importante de matériaux est utilisée et emmagasinée dans les bâtiments. Afin de rendre ceux-ci circulaires, il faut trouver une manière d’assurer un démantèlement facile des composantes et une manière d’assurer leur qualité tout au long de leur cycle de vie. Cependant, ce rassemblement d’informations nécessite un effort colossal de recensement de tous les matériaux, et cette pratique est encore peu utilisée mondialement. Au Québec, l’expertise dans ce domaine n’est pas encore développée.

Outre l’aspect pratique de l’assemblage des matériaux, la provenance et la composition de ceux-ci peuvent aussi avoir un impact majeur sur l’empreinte écologique de l’habitation. Plusieurs matériaux utilisés conventionnellement dans les bâtiments, tels que le polystyrène et le polyéthylène, sont pétrosourcés, ce qui signifie que leur exploitation ainsi que leur toxicité peuvent avoir un impact sur l’environnement et la santé humaine. De nos jours, de nouveaux matériaux biosourcés offrent des alternatives intéressantes aux matériaux de source pétrolière. Malheureusement, ils ne sont pas utilisés fréquemment au Québec, bien qu’ils commencent à susciter un certain engouement (M. Cantin, conversation téléphonique, 21 janvier 2019) (Roux, 2019). En outre, cette industrie est peu développée dans la province, notamment parce que peu de produits provenant de la biomasse agricole sont élaborés (M. Cantin, conversation téléphonique, 21 janvier 2019). Jusqu’à tout récemment, il y avait un chaînon manquant pour dynamiser le marché des matériaux agrosourcés au Québec et faire évoluer les certifications ainsi que la réglementation permettant de promouvoir ces matériaux biosourcés (M. Cantin, conversation téléphonique, 21 janvier 2019). En effet, aucun centre de recherche universitaire n’était dédié à cet objet, alors qu’il est essentiel que ce soit le cas afin de pouvoir non seulement créer un milieu effervescent où sont générées des idées innovatrices, mais aussi afin de démontrer la durabilité et l’avantage d’utiliser de nouveaux matériaux (M. Cantin, conversation téléphonique, 21 janvier 2019).

De plus, le code du bâtiment et les réglementations étant très stricts en matière de sécurité et d’incendie, il est primordial de faire de la recherche afin de certifier l’efficacité, la performance et la sécurité de ces nouveaux matériaux. Cette situation est en voie de se résoudre par un partenariat entre Le rendez-vous des écomatériaux et l’Université de Sherbrooke, lequel permettra de tester ces matériaux. (M. Cantin, conversation téléphonique, 21 janvier 2019) Bien que la conceptualisation de produits soit primordiale à l’accroissement de ce marché, ce n’est pas le seul facteur qui rend l’usage de ces produits peu fréquent.

Il y a aussi une question de prix liée à l'émergence de ces nouveaux matériaux, car ceux-ci sont, en général, plus onéreux que les matériaux conventionnels pétrosourcés. Cependant, de nombreux coûts environnementaux ne sont pas pris en compte dans l'équation. Si ceux-ci étaient internalisés, les matériaux biosourcés seraient beaucoup plus attirants en termes de prix. (M. Cantin, conversation téléphonique, 21 janvier 2019) Ce marché aurait un grand intérêt à être développé dans la province, car non seulement les matériaux biosourcés sont susceptibles d'avoir une meilleure empreinte environnementale, mais ils créent aussi un marché local (M. Cantin, conversation téléphonique, 21 janvier 2019). Les matériaux pétrosourcés sont faits à partir de pétrole provenant de l'extérieur du Québec et sont souvent fabriqués à l'international, ne stimulant pas l'économie locale et augmentant leur empreinte carbone par le transport (M. Cantin, conversation téléphonique, 21 janvier 2019).

1.2 La construction

La phase de construction est une étape de mise en application de la conception. C'est pourquoi il n'y a pas beaucoup de contenu dans cette section. De plus, la gestion des matières résiduelles, dont celles générées sur les chantiers de construction, est présentée dans la phase de fin de vie du bâtiment, dans une optique de regrouper toutes les informations relatives à la fin de vie des matériaux.

1.2.1 La pollution atmosphérique générée par les chantiers

Les chantiers de construction sont la source de plusieurs polluants. Au Québec, peu de documentation sur le sujet est disponible. Cependant, les impacts néfastes de ces activités ont été documentés dans plusieurs études internationales (ADEME, 2017a). Une étude de l'ADEME produite en 2017 fait la synthèse de l'ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques en lien avec la construction d'un bâtiment et se retrouve en annexe 1. L'impact et le niveau de la pollution varient selon les matériaux utilisés, le type de construction et l'ampleur du chantier. Cependant, la pollution atmosphérique est toujours présente lors de la construction d'un bâtiment résidentiel multilogements. L'excavation, le transport de sédiments et celui des matériaux entraînent non seulement des émissions de CO₂, mais aussi des particules de poussières et de sédiments (Toronto Environmental Alliance [TEA], s. d.a). Le gouvernement, les municipalités et contracteurs sont des acteurs clés afin de contrôler et réduire les effets néfastes liés aux activités du secteur.

1.2.2 Le transport des employés

En ce qui concerne le transport des employés sur le site de construction, peu de données sont disponibles à ce sujet. Cependant, une analyse de cycle de vie (ACV), menée par le groupe AGÉCO pour un projet de construction résidentiel multilogements à Pointe-aux-Lièvres, a permis de déterminer que le transport des employés contribuait à 2,54 % des émanations de CO₂ totales du projet (Chayer, 2018). Bien que ce pourcentage ne soit pas très élevé, il représente, selon l'étude, la plus grande source d'émission de CO₂ dans la phase de construction, suivi par le transport des matériaux (1,08 %) puis par les émanations produites par la machinerie de construction (0,39 %), pour un total de 200 tonnes d'équivalent CO₂ émis lors de la phase de construction (Chayer, 2018). L'apport est encore plus important lorsque les matériaux ne sont pas régionaux, car le transport est accru (Gray, J., 2019).

1.3 L'utilisation

L'utilisation est la phase la plus longue d'un bâtiment. C'est aussi celle qui a le plus d'impact sur les changements climatiques, en grande partie en raison de la consommation d'énergie (Chayer, 2018). Plusieurs acteurs y sont associés, notamment l'équipe d'entretien, les entrepreneurs ainsi que les occupants, qu'ils soient propriétaires ou locataires.

1.3.1 L'usage non optimisé

Comme le démontre le portrait de la construction résidentielle au Québec à la section 1.1.1, le marché québécois est en croissance et de plus en plus de logements se construisent au Québec. Cependant, il est important de penser à l'optimisation de ces espaces. Il est plus pertinent d'occuper l'entièreté du bâti présent sur le territoire que d'accroître les nouvelles mises en chantier. Dans la province, le taux d'inoccupation des logements locatifs construits est passé de 4,4 % en 2016 à 3,4 % en 2017 (Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec [APCHQ], 2018). Outre ces statistiques, en 2016, la taille moyenne des ménages privés, c'est-à-dire le nombre moyen de personnes par logement au Québec, était de 2,3 personnes, ce qui est un peu moins que la moyenne canadienne de 2,4 et que celle des États-Unis de 2,5 (Statistique Canada, 2016) (Statista, 2018). De plus, la taille des ménages diminue de manière croissante (Institut de la statistique du Québec, 2018). En 2016, il a été estimé que 1,2 million de personnes de 15 ans et plus vivaient seules au Québec, ce qui correspond à 17 % de ce groupe d'âge, un pourcentage ayant doublé depuis 35 ans (Institut de la statistique du Québec, 2018). Ces statistiques prouvent que plus de logements, de mobiliers, d'électroménagers et d'espaces sont nécessaires pour abriter la population et donc, plus de ressources sont utilisées (RECYC-QUÉBEC, 2019).

La consommation est donc inévitablement accrue, ce qui va à l'encontre du principe de la réduction à la source.

1.3.2 Les technologies

Conventionnellement, les bâtiments ont des systèmes de chauffage, d'échangeur d'air et de climatisation. Cependant, avec les nouvelles technologies, telles que les panneaux intelligents permettant de gérer les systèmes de climatisation et de chauffage, leurs interactions avec la mécanique du bâtiment peuvent se complexifier et être mal comprises par leurs utilisateurs (A. Bourassa, conversation téléphonique, 23 janvier 2019). Il est donc important et même primordial de former les gestionnaires d'immeubles pour bien gérer ces systèmes, si ceux-ci sont centraux. Si les systèmes sont dans les logements, il est important de renseigner les habitants sur leur fonctionnement pour qu'ils puissent faire bon usage de ceux-ci afin d'optimiser ces technologies (A. Bourassa, conversation téléphonique, 23 janvier 2019). Il y a donc une phase d'apprentissage importante liée à ces nouvelles technologies qui peut être parfois perçue comme un frein pour certains entrepreneurs. De plus, la phase de la conception a un grand impact sur la phase d'utilisation. Si cette conception s'est faite à bas prix et rapidement, il est bien possible que les systèmes choisis coûtent plus cher à long terme et que l'entretien de la bâtisse soit plus récurrent, car la technologie peut être mal comprise ou ne pas remplir ses fonctions (A. Bourassa, conversation téléphonique, 23 janvier 2019). Au Québec, selon une étude menée en 2018, 24 % des Québécois ont au moins un objet connecté pour la maison et 15 % ont l'intention d'en acheter un d'ici un an (Cefrio, 2018). Dans 14 % des cas, ces objets ont une utilité de surveillance et de contrôle (caméra de sécurité, avertisseur de fumée intelligent, etc.). Deux pour cent des gens possédant des appareils connectés ont un système de thermostat connecté via internet et 2 % ont un système d'éclairage connecté via internet (Cefrio, 2018). Par ailleurs, l'un des freins à l'adoption de ces appareils intelligents est la complexité d'utilisation ou d'installation de ceux-ci. Dix-neuf pour cent des gens ne se tournent pas vers ces technologies en raison de leur complexité (Cefrio, 2018).

1.3.3 L'insalubrité

L'entretien d'un bâtiment est primordial pour la santé de ses habitants, mais aussi pour l'allongement de la vie utile du bâtiment (Alliance HQE- GBC France, 2018). L'insalubrité des lieux peut mener à la contamination de matériaux, à la démolition d'un établissement ou à la rénovation de celui-ci, ce qui se traduit par l'utilisation de matières premières et la mise au rebut prématurée de certains matériaux. Au Québec, bien que le pourcentage exact de logements insalubres ne soit pas connu, il est estimé qu'un

tiers des ménages montréalais font face à au moins un problème d'insalubrité (Institut national de santé publique Québec [INSPQ], 2017). Cette proportion élevée est notamment due au haut taux de location, à la densité de population des villes, au mauvais entretien des immeubles ainsi qu'au vieillissement des parcs immobiliers de Montréal (INSPQ, 2017). De plus, des failles dans le système de gestion ont été identifiées comme un frein à la résolution du problème. Dans la province, le système de gestion des plaintes visant l'insalubrité est composé de plusieurs organismes qui possèdent des compétences différentes. De ce fait, aucun d'entre eux n'a le pouvoir et les compétences de régler efficacement une plainte. Il en résulte donc que les citoyens sont souvent mal pris en charge, étant référés d'un organisme à un autre sans règlement du problème, ou même laissés à eux-mêmes (INSPQ, 2017).

Parmi ses obligations, le locataire doit, selon l'article 1991 du Code Civil du Québec, maintenir le logement dans un état de propreté et, selon l'article 1992, respecter les lois sur la sécurité et la salubrité (*Code Civil du Québec*). Cependant, parfois, ces obligations ne sont pas respectées et le mauvais entretien d'un logement mène à la détérioration précoce de certaines composantes de l'immeuble (A. Bourassa, conversation téléphonique, 28 mars 2018). Par exemple, si les salles de bain sont mal entretenues, de la moisissure peut s'installer. Ceci implique non seulement des complications sur le plan de l'entretien du bâtiment (remplacement du gypse, décontamination, potentiel de fuite dû aux joints moisissés, etc.), mais aussi sur le plan de la salubrité et de la santé des résidents (A. Bourassa, conversation téléphonique, 28 mars 2018).

1.3.4 La gestion des matières résiduelles ménagères

La gestion des matières résiduelles ménagères est un service qui est important pour la circularité d'un bâtiment en phase d'utilisation. Cependant, le tri à la source des déchets, des matières recyclables ainsi que des matières organiques est souvent complexe à implanter. En effet, la majorité des municipalités n'incluent pas les multilogements de neuf logements et plus dans leurs collectes municipales. Les propriétaires d'immeubles sont donc obligés de recourir eux-mêmes aux services de collecte des matières résiduelles et d'en payer les frais associés. C'est entre autres pourquoi le niveau d'offre de services de collectes des matières organiques et recyclables varie dans les multilogements. Pour que la collecte se fasse facilement et sans grands efforts de la part des occupants, l'installation de chutes à déchets pour chacune des collectes est souhaitable. La distance à parcourir pour disposer de ses déchets, ses matières recyclables ou ses matières organiques est un facteur de participation (Longpré, 2015). Si un résident doit aller porter ses matières résiduelles à l'extérieur, et que la distance à parcourir est grande, le taux de

participation sera moins élevé (Longpré, 2015). Cependant, ce type d'installation est onéreux, occupe beaucoup d'espace et requiert une logistique accrue. Par ailleurs, ce type de dispositif peut induire des comportements néfastes. L'installation d'une chute à déchets peut avoir une influence sur le tri à la source des matières, car les résidents ont moins tendance à trier leurs matières résiduelles (Longpré, 2015). Néanmoins, ce sont de bons mécanismes de participation à la collecte sélective. Toutefois, il n'y a pas d'obligation légale pour les nouvelles installations d'accommoder leurs occupants avec de telles infrastructures (N. Bellerose, conversation téléphonique, 23 janvier 2019). Un autre facteur est le manque d'espace, autant pour l'installation de contenants pour la collecte à trois voies que dans les logements (Longpré, 2015). Ces obstacles peuvent expliquer, dans les appartements multilogements, le faible taux de récupération des matières recyclables acceptées dans la collecte sélective, qui se situait à 48,1 % en 2012-2013, ce qui est en deçà de celui des habitations de type unifamilial (65,6 %) et plex (60,7 %) (RECYC-QUÉBEC, 2015).

1.3.5 La consommation d'eau

En 2015, un Québécois moyen consommait environ 573 l d'eau potable par jour (Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire [MAMOT], 2017). Bien que ce chiffre constitue une amélioration depuis 2001 (777 l), la consommation d'eau est encore importante (MAMOT, 2017). En France, cette consommation s'élève à 145 l par jour par habitant, ce qui est nettement inférieur aux statistiques québécoises (EauFrance, 2018). L'eau douce est une ressource finie et qui se doit d'être bien gérée. L'utilisation d'une toilette représente environ 30 % de la consommation annuelle d'eau par personne (Paquin, 2017). Les habitudes de vies des utilisateurs sont donc un facteur important pour la diminution de la consommation d'eau.

1.3.6 La consommation énergétique

Au cours des vingt dernières années, la majeure partie des investissements écologiques et des programmes d'aide financière s'est concentrée sur la réduction énergétique et sur la transition énergétique verte (J. Cliche, conversation téléphonique, 17 janvier 2019). Chauffez vert, Rénoclimat, Novoclimat, qui sont des programmes gouvernementaux initiés par Transition énergétique Québec, en sont des exemples (J. Cliche, conversation téléphonique, 17 janvier 2019). Cependant, la consommation énergétique liée au secteur du bâtiment résidentiel a continué à augmenter. De 1996 à 2015, la consommation d'énergie liée au secteur du bâtiment résidentiel a grimpé de 6 %, bien que l'efficacité énergétique soit meilleure (Transition énergétique Québec, 2018) (Whitmore et Pineau, 2018). Cette

augmentation est notamment liée à la superficie grandissante des logements ainsi qu'à l'augmentation du nombre de ménages québécois (Transition énergétique Québec, 2018). Au Québec, le secteur du bâtiment résidentiel est le troisième plus important consommateur d'énergie et 73 % des besoins énergétiques de ce secteur sont comblés par l'électricité (Transition énergétique Québec, 2018). Il a été estimé qu'en 2015, le secteur du bâtiment résidentiel était responsable d'une perte énergétique de 67 pétajoules, soit l'équivalent de 18 626 Gigawatts-heures (Transition énergétique Québec, 2018). La majeure partie des pertes énergétiques liées aux résidences sont principalement attribuables à une mauvaise isolation des portes et fenêtres, ainsi qu'aux fuites d'air. La figure 1.1 illustre la provenance de pertes de chaleur d'une maison trentenaire.

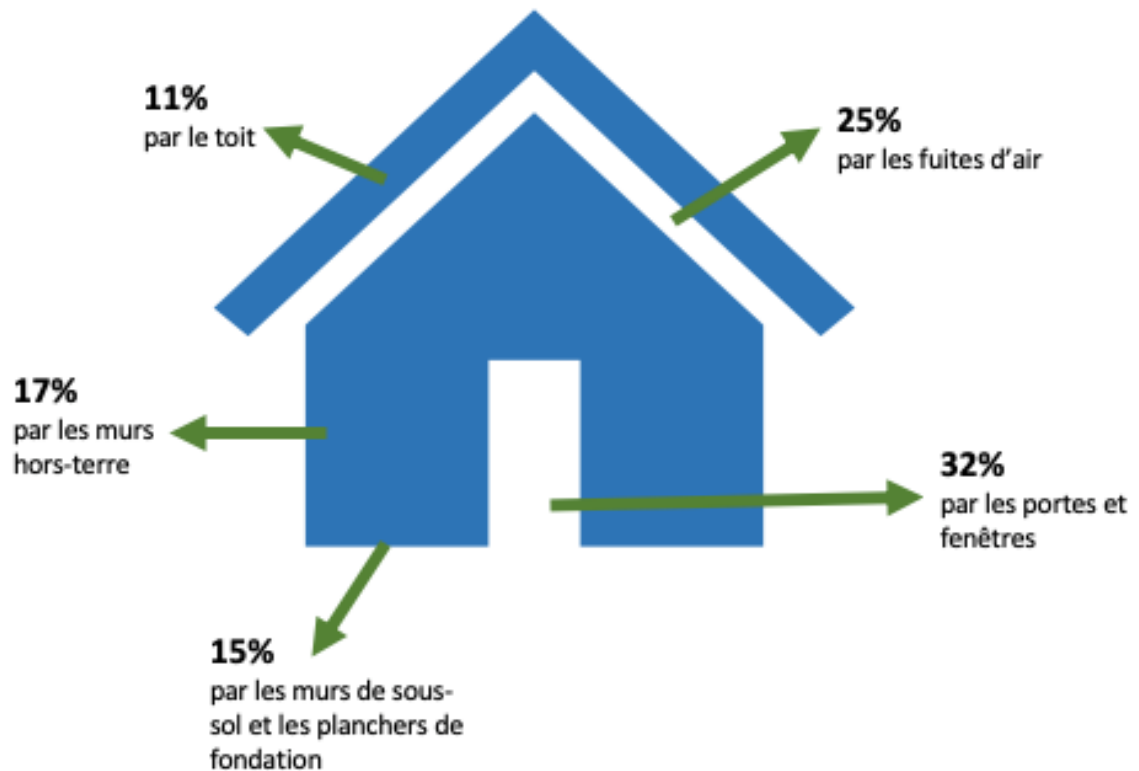


Figure 1.1 Pertes de chaleur attribuables à une mauvaise isolation ou à une mauvaise étanchéité (modifié de : Transition énergétique Québec, s. d.)

Le chauffage et la climatisation constituent plus de la moitié (54 %) de la consommation énergétique annuelle totale d'une maison (Hydro-Québec, s. d.a). La figure 1.2, ci-dessous, illustre plus en détail cette répartition.

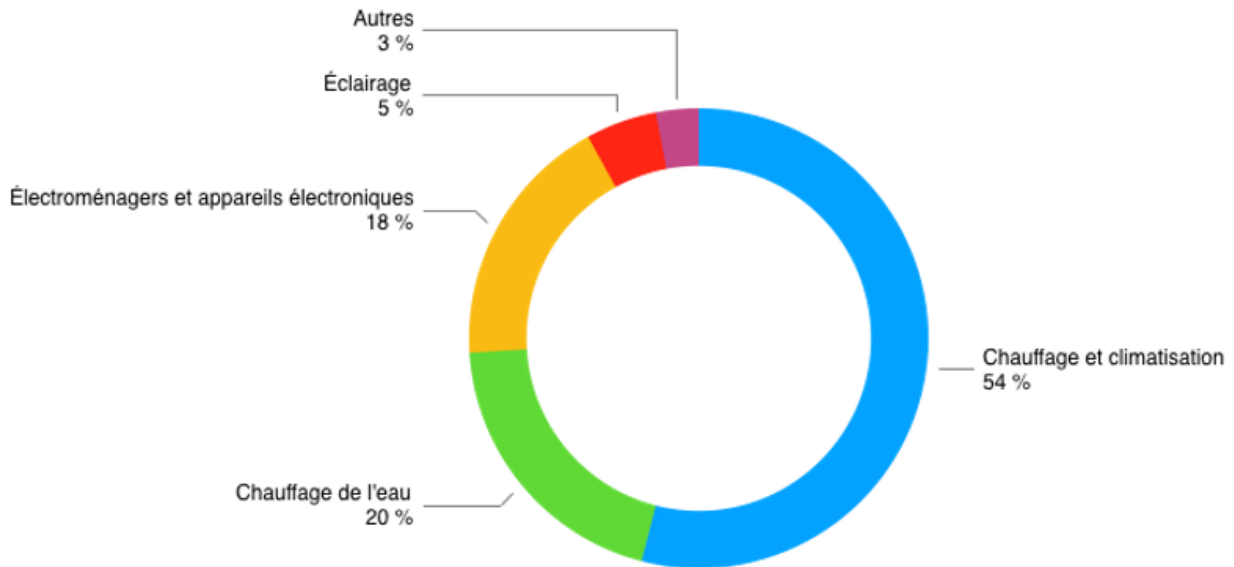


Figure 1.2 Répartition de la consommation énergétique d'un ménage (inspiré de : Hydro-Québec, s. d.a)

1.3.7 La rénovation

La rénovation est une manière de prolonger la durée de vie d'un bâtiment, ce qui est positif par rapport au principe de l'économie circulaire. Cependant, certains freins rendent parfois la pratique difficile. Certains constructeurs ont recours à des pratiques de dégarnissage lors de démolition, ce qui implique que les plinthes, les portes et les cadres de fenêtres soient extraits avec soin afin d'être réemployés. Ces pratiques dépendent donc de la nature du projet ainsi que des valeurs de l'entrepreneur. Cependant, le temps reste l'un des enjeux les plus importants, car le dégarnissage d'un bâtiment voué à être démoli nécessite une étape de plus dans le processus de sa fin de vie, qui se traduira, dans l'équation financière de l'entrepreneur, par autant de mois de location, et donc, des coûts supplémentaires (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019). Généralement, ce choix n'est donc pas prisé lorsqu'il n'y a pas d'incitatif fiscal. Par ailleurs, dans certains cas, les entrepreneurs ne considèrent pas seulement l'enjeu économique, mais également les enjeux environnementaux et sociaux, qui peuvent ainsi les inciter à procéder à un dégarnissage ou à une démolition partielle (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019).

En ce qui concerne les pratiques du marché, la figure 1.3, ci-dessous, démontre qu'une grande importance est accordée à la rénovation au Québec. Effectivement, 46 % des investissements du secteur de

l'habitation sont injectés dans la rénovation (APCHQ, 2017). Cette pratique est positive par rapport à l'économie circulaire, car elle permet d'allonger la durée de vie d'un bâtiment et de ses matériaux structuraux. Cependant, l'attrait pour le neuf est bien présent sur le marché et peut inciter les entrepreneurs ou les occupants à rénover des logements alors que les matériaux et les composants sont encore bons et utilisables. Malgré tout, les flux de nouveaux matériaux, dans le secteur de la construction au Québec, sont réduits, car bien que la rénovation implique souvent l'achat de nouveaux matériaux, les quantités sont souvent moindres que pour la construction d'une nouvelle structure (Preserve Lab, 2016).

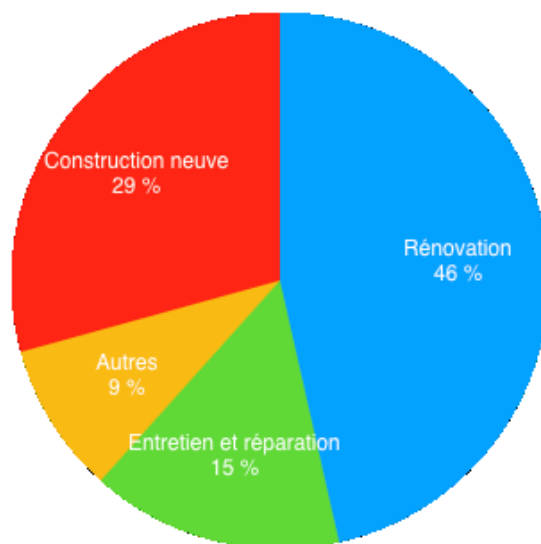


Figure 1.3 Répartition des investissements dans le secteur de l'habitation au Québec en 2017 (modifié de : APCHQ, 2017)

1.4 La fin de vie

Lorsqu'un bâtiment atteint sa fin de vie utile, il est considéré comme étant désuet et doit donc être repensé, rénové, déconstruit ou démoli. Dans cette phase de vie, deux aspects seront traités : la démolition et la déconstruction ainsi que les matières résiduelles.

1.4.1 La démolition et la déconstruction

À l'heure actuelle au Québec, la technique la plus courante, en fin de vie d'un bâtiment, est la démolition, notamment parce qu'elle est plus économique et nécessite moins de temps que la déconstruction (Garon et Fortier, s. d.). Cependant, la démolition restreint la remise en boucle des ressources dans une optique circulaire. Effectivement, cette pratique implique le recours à des machineries qui détruisent la structure

d'un bâtiment en brisant les matériaux et non en les démantelant. Il en résulte des débris granulaires ou fractionnés qui sont difficilement réutilisables. La démolition constitue un énorme frein à l'implantation de l'économie circulaire dans le domaine de la construction, car les matières de la structure ne peuvent pas être réutilisées et remises en boucle.

Cependant, entre la démolition et la déconstruction, il y a une pratique hybride : le dégarnissage des cloisons intérieures. Celle-ci est beaucoup moins laborieuse qu'une déconstruction. Elle consiste à enlever toutes les composantes des cloisons intérieures en conservant l'intégralité de la structure du bâtiment. Lors d'une rénovation, cette étape est très souvent nécessaire, et donc aucun coût supplémentaire ne s'ajoute au fait d'extirper ces matières (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019).

Les facteurs économiques et temporels

La déconstruction est définie comme étant « [...] le démantèlement complet ou partiel d'un bâtiment pour récupérer ses composantes réutilisables. » (Demers, 2013). Elle est à favoriser lorsqu'un bâtiment atteint sa fin de vie. Cependant, elle nécessite plus de temps que la démolition, car chaque matériau faisant partie du bâtiment est retiré et conservé. Cette pratique nécessite donc une main-d'œuvre minutieuse, une grande patience et plus de temps (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019). Elle est peu courante et le volontariat est peu fréquent, car les bénéfices financiers ne sont pas certains (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019). Des incitatifs tels que des financements, des subventions ou l'implantation de projets pilotes seraient nécessaires dans ce secteur afin d'encourager cette pratique et de bâtir un marché de matériaux réemployés (J. Cliche, conversation téléphonique, 17 janvier 2019).

L'absence du marché du réemploi

L'un des freins majeurs à la déconstruction est qu'il n'existe pas de marché pour le réemploi de matériaux de construction non dévalués, c'est-à-dire maintenus comme composantes utilisables dans l'état où ils sont (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019). La pratique québécoise n'a pas coutume de réemployer, ni d'acheter des matériaux usagers. Les habitudes comportementales ne sont pas orientées pour développer un marché de réemploi de matériaux, ce qui représente un frein à la déconstruction (B. Demers, conversation téléphonique 18 janvier 2019). Cependant, le Baromètre de la consommation responsable de l'Observation de la Consommation Responsable (OCR) indique que parmi les 29,9 % des Québécois qui ont effectué des rénovations ou de la construction en 2017, 30 % ont fait le choix d'intégrer des matériaux de seconde main, majoritairement du bois et du mobilier (OCR, 2018).

Cependant, ces gestes sont posés, pour la plupart, dans le but de se différencier des autres et de réaliser des économies (OCR, 2018). Les motifs poussant les gens à réemployer dans le domaine de la construction sont rarement de nature purement environnementale. Cette statistique comporte d'ailleurs un biais à la présente analyse, car elle inclut les meubles usagés, lesquels ne font pas partie du domaine de la construction à proprement parler. Bien que ce soit une pratique peu répandue, il n'en demeure pas moins que c'est une tendance qui émerge tranquillement au Québec. Plus ces habitudes de consommation seront fortes et récurrentes, plus le marché du réemploi de matériaux de construction se développera, ainsi que les pratiques de déconstruction.

L'absence d'un marché de déconstruction

Pour le moment, le secteur du réemploi des matériaux de construction n'est pas formellement reconnu au Québec (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019). Il est donc ardu de développer un marché pour un secteur qui n'est pas reconnu et où peu d'emplois existent. Dans la province, il n'y a pas de compagnies de déconstruction ni aucun financement gouvernemental dans ce secteur afin de le stimuler et l'étendre. Il est donc difficile de développer des instances structurant le marché et l'institutionnalisant. Il n'y a pas non plus d'association répertoriée au niveau provincial et il existe peu de programmes scolaires ou de formations reconnues. Il y a donc peu de stimulants en ce qui concerne les professions et les entreprises. (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019) La réalité est qu'un nombre infime de Québécois sait ce qu'est la déconstruction, en raison du manque d'information et de promotion des bonnes pratiques du réemploi dans le domaine de la construction au Québec (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019).

La législation du secteur de la construction

Le domaine législatif représente un autre frein, car le secteur de la construction est très protégé par les lois et les réglementations. Les travailleurs doivent obligatoirement être diplômés d'un programme d'études professionnelles ou avoir un certificat de compétence délivré par la CCQ (CCQ, s. d.a). Outre l'accès restreint aux emplois du secteur, les corps de métiers dans le domaine de la construction sont très syndicalisés, ce qui influe positivement sur leur salaire qui peut atteindre jusqu'à 42,21 \$ de l'heure pour un compagnon (CCQ, s. d.b). Ceci entraîne un frein à la déconstruction ainsi qu'au dégarnissage, dans certains cas, car ces pratiques nécessitent plus de temps et de main-d'œuvre que leur alternative, la démolition. S'il n'y a pas de valeur de revente au matériau qu'on démantèle, cela constitue un grand frein économique. Le problème ne se retrouve donc pas dans la taille du gisement des matériaux de réemploi,

mais plutôt dans le coût lié à leur démantèlement, et donc à l'accessibilité de ce gisement (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019).

Les normes de sécurité

En ce qui a trait au code du bâtiment, celui-ci a une logique de compartimentation, donc tout logement doit être séparé avec des parois coupe-feu faites de matériaux tels que le placoplâtre, qui sont impossibles à déconstruire et à réutiliser (A. Bourassa, conversation téléphonique, 23 janvier 2019). Il y a donc des enjeux de sécurité qui nécessiteraient une modification de la réglementation québécoise, et aussi nord-américaine, car pour remplacer ce matériau, il faudrait créer un nouveau produit qui serait pare-feu, et facilement démontable et réutilisable. C'est donc un marché innovant qu'il faut créer, et pour que celui-ci soit lucratif, les législations en matière de sécurité du bâtiment devront évoluer.

Il faut également mentionner que le réemploi de matériaux de construction n'est pas très adapté à l'industrie des résidences multilogements, car ces bâtiments nécessitent un plus grand nombre de matériaux semblables pour créer une harmonie visuelle. Or, au Québec, il n'y a pas beaucoup d'entreprises d'entreposage donnant accès à un inventaire de matériaux en abondance suffisante pour réaliser des projets d'une telle envergure (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019). Sans entreposage, il est difficile de faire du réemploi. Ce chaînon manquant dans la séquence d'approvisionnement en matériaux recyclés représente un grand frein à l'expansion de ce marché (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019). Il existe quelques endroits au Québec où il est possible de se procurer des matériaux de construction usagés, tels que la Matériauteque Ré-utiles aux Îles-de-la-Madeleine et Écochantier, mis en place par Co-éco dans le Bas-Saint-Laurent. Cependant, ces centres de réemploi s'adressent surtout à des renovateurs de maisons unifamiliales ayant une préoccupation patrimoniale (J. Cliche, conversation téléphonique, 17 janvier 2019). Les services liés à la réutilisation de matériaux de construction sont donc plus adaptés pour de petits chantiers qui ont plus de flexibilité. Il manque donc une chaîne logistique structurée afin que la demande pour ces matériaux soit coordonnée avec une source de gisement (B. Demers, conversation téléphonique, 18 février 2019).

1.4.2 Les matières résiduelles

L'un des impacts majeurs générés par un bâtiment résidentiel est la production de matières résiduelles. On estime qu'en 2015, au Québec, environ 2,50 millions de tonnes de matières résiduelles ont été produites dans le secteur du bâtiment, dont 71 % ont été acheminées à des centres de tri (RECYC-QUÉBEC,

2018a). Il est donc important de faire le bilan de la situation actuelle dans ce secteur afin de bien comprendre les enjeux et les défis qui en découlent. L'annexe 2 présente un résumé des débouchés en fin de vie pour chaque matériau de construction. Les matériaux sont triés sur le chantier, ou en aval, dans des centres de tri. Lorsque ceux-ci sont classés et séparés, le défi, selon monsieur Bernardin, président du Regroupement des Récupérateurs et des Recycleurs de Matériaux de Construction et de Démolition du Québec (3R MCDQ), est d'identifier des marchés potentiels et de faire en sorte que les critères de qualité des matériaux triés rencontrent ces marchés (G. Bernardin, conversation téléphonique, 10 janvier 2019). Les débris qui proviennent du secteur de la CRD sont classés selon leur nature. Comme illustré dans la figure 1.4, on y retrouve majoritairement du bois, du métal, du bardeau d'asphalte, du carton, du gypse, du plastique et des agrégats composés de concassés de béton, de briques, de pierre et d'asphalte (enrobés bitumineux) qui doivent préférablement être triés et concassés séparément.

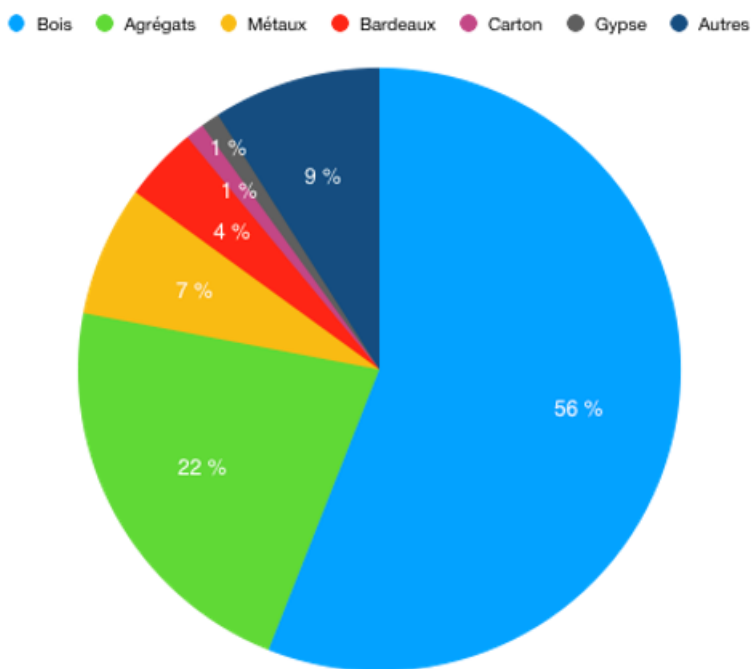


Figure 1.4 Répartition des résidus de CRD acheminés au recyclage et à la valorisation énergétique au Québec en 2015 (modifié de : RECYC-QUÉBEC, 2018a, p. 2)

Les centres de tri CRD

Les centres de tri sont les principaux acteurs dans le domaine des résidus de la CRD au Québec. Ils sont les intermédiaires entre les producteurs de résidus de CRD et les recycleurs. On compte environ 50 centres de tri de résidus de CRD au Québec, dont la majorité comporte des installations de catégorie

« petite » recevant moins de 20 000 tonnes de matières à traiter par année (RECYC-QUÉBEC, 2018a). Ce secteur reste précaire, car les marchés fluctuent énormément selon les cycles économiques. De plus, les investissements nécessaires pour faire fonctionner de telles entreprises sont souvent élevés, notamment en raison des coûts des équipements (RECYC-QUÉBEC, 2018a). C'est pourquoi ces entreprises sont enclines à demander un prix de traitement assez élevé. Par ailleurs, elles doivent composer avec une compétition provenant des lieux d'enfouissement technique (LET) et des incinérateurs qui ont une tarification à la tonne relativement basse.

Le bois

Il existe deux avenues de mise en valeur pour les résidus de bois : le recyclage et l'usage à des fins de biomasse et de valorisation énergétique. Pour une tonne de résidus de CRD du secteur du bâtiment acheminée dans les centres de tri en 2015, au Québec, 56 % étaient du bois (voir figure 1.4). De ce nombre, 63 % ont été utilisés pour la valorisation énergétique et le reste a été recyclé (RECYC-QUÉBEC, 2018a). Le bois est donc la matière du secteur du bâtiment la plus acheminée dans les centres de tri. La voie la plus souvent employée étant la valorisation énergétique, cela implique que le matériau soit détruit afin de produire de l'énergie, donc il ne peut pas être réintégré dans une économie circulaire à titre de matière.

Le Plan d'action 2011-2015 découlant de la *Politique québécoise de gestion des matières résiduelles* au Québec prévoyait le bannissement de l'élimination de plusieurs matières, telles que le carton et le papier en 2013 ainsi que le bois en 2014 (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs [MDDEP], 2011). Cependant, ces bannissements tardent à entrer en vigueur et plusieurs centres de tri ont investi des sommes dans le but de s'adapter à la demande découlant du bannissement. Ces délais créent une forte compétition entre les centres de tri et les sites d'enfouissement afin de s'approprier les matériaux de CRD (G. Bernardin, conversation téléphonique, 10 janvier 2019). En ce qui concerne le bois traité, celui-ci ne trouve pas de débouchés, notamment en raison de ses intrants chimiques (RECYC-QUÉBEC, 2018a). Ces rejets sont souvent éliminés après le tri. La qualité du bois est un critère qui est de plus en plus important, surtout en ce qui concerne la valorisation énergétique dans les papetières. En effet, les papetières doivent se conformer au *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère*, notamment en ce qui concerne les normes d'opacité des émissions, d'émissions diffuses de particules, de teneur en soufre des combustibles, de vitesse d'évacuation des gaz de combustion, celles relatives à l'utilisation d'un combustible visé par une certaine section du Règlement, ainsi que celles concernant la

qualité de l'atmosphère (*Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère*). Certains matériaux peuvent être jumelés au bois, tels que du plastique ou des matières inflammables, ce qui entraîne une dérogation à ces normes. Cette exigence d'une meilleure qualité du bois, provenant des recycleurs et des compagnies utilisant ce matériau afin de faire de la valorisation énergétique, représente une contrainte pour les centres de tri (RECYC-QUÉBEC, 2018a). De plus, aucune norme ne définit les critères du bois de première qualité en comparaison avec celui de deuxième qualité, ce qui peut engendrer des problèmes de communication et de standardisation (RECYC-QUÉBEC, 2018a). L'autre défi auquel font face les entreprises de tri de matières de CRD est le traitement des « poussières » de bois, qui correspondent aux résidus de bois ayant des fractions inférieures à 5 mm, car elles sont souvent fortement contaminées physiquement ou chimiquement. Leurs débouchés sont donc très restreints (RECYC-QUÉBEC, 2018a). Les différents marchés et leurs critères varient beaucoup et nécessitent une flexibilité et une rapidité d'adaptation de la part des recycleurs pour qui le profit et la demande sont toujours incertains. Cette nécessité d'adaptation et l'absence de marchés stables sont donc des contraintes québécoises posant un frein à l'épanouissement du marché du recyclage et du tri au Québec.

Le gypse

Le gypse est un matériau qui est peu recyclé au Québec. Il ne compte que 1,2 % de la matière recyclée ou valorisée parmi les matériaux reçus par les centres de tri québécois (RECYC-QUÉBEC, 2018b). Selon une étude réalisée par la firme Deloitte à l'intention de RECYC-QUÉBEC, 10 000 tonnes de gypse étaient recyclées chaque année au Québec (RECYC-QUÉBEC, 2018b). Il se consomme par année, de 600 à 700 millions de pi² de panneaux de gypse au Québec, dont 10 à 15 % résultent en des découpes et des pertes, ce qui représente 45 000 à 80 000 tonnes de retailles de gypse neuf (RECYC-QUÉBEC, 2018b). Il y a donc un problème à la source, à même les chantiers, car un gaspillage important y est fait. Plusieurs facteurs ne permettent pas au gypse d'être pleinement recyclé, notamment le fait que ce matériau a une valeur intrinsèque faible, ce qui fait que les coûts de transport liés à sa manutention post-consommation sont rapidement pénalisants (RECYC-QUÉBEC, 2018b). On retrouve le gypse en abondance dans la nature, il est peu coûteux à extraire et à traiter et est infiniment recyclable tant qu'il n'est pas contaminé. De ce fait, une contrainte de son recyclage réside dans le fait qu'il soit trié à la source, car la matière poreuse peut facilement être contaminée. Son recyclage exige donc un conteneur couvert dédié à cette matière ou de grands sacs de bâche, ce qui entraîne une perte d'espace sur le chantier ainsi que des coûts supplémentaires au constructeur, non seulement pour la location de l'équipement, mais aussi pour le temps de main-d'œuvre pour trier la matière. Cependant, de telles démarches ne sont pas perçues

comme étant bénéfiques, car elles ne sont souvent pas rentables et exigent une réforme de la gestion du chantier.

Un autre frein au tri à la source de cette matière est que la plupart des quarts de métiers ne sont pas nécessairement sensibilisés aux problèmes environnementaux entraînés par leurs actions. Il faut donc prendre le temps de les sensibiliser et les former (RECYC-QUÉBEC, 2018b). De plus, lorsque le gypse est installé, il en découle qu'il est souvent contaminé par des fils, de la peinture, de la céramique, etc. Ce type de gisement produit environ 130 000 à 155 000 tonnes de matières résiduelles par année (RECYC-QUÉBEC, 2018b). Il est difficile de trouver des débouchés post-utilisation pour ce type de matière, en raison de la complexité de sa décontamination et des coûts qui y sont liés.

En ce qui concerne l'intégration du gypse recyclé dans le processus de fabrication de panneaux de gypse, ce marché est présent en Colombie-Britannique, mais peu développé au Québec, notamment en raison des coûts élevés de transport par rapport à la valeur de ce matériau et de la difficulté à s'assurer que la matière reçue est non contaminée. Recycle gypse Québec était la seule entreprise au Québec à recycler les retailles de gypse provenant de chantiers de construction et de rénovation pour conditionner l'âme, soit la matière entre les deux surfaces de papier. Malheureusement, cette entreprise a récemment cessé les réceptions de panneaux de gypse provenant de chantiers de CRD, et ce, pour une période indéterminée. Il n'y a donc plus d'entreprise de conditionnement pour le recyclage des panneaux de gypse non contaminé au Québec. (G. Bernardin, conversation téléphonique, 10 janvier 2019) Le marché étant incertain, peu d'initiatives ont été entreprises dans ce secteur.

Les centres de tri de CRD doivent aussi composer avec un autre défi :

« Les centres de tri les plus performants réussissent à trier 75 % de chaque tonne entrant sur leur site. Il reste donc un 25 % qui est difficilement classable dû notamment à une faible granulométrie [c'est ce qui est dénommé comme étant des résidus de tamisage]. Ces résidus de tamisage étaient utilisés, jusqu'à récemment, comme matériel de recouvrement journalier dans les sites d'enfouissement. » (G. Bernardin, conversation téléphonique, 10 janvier 2019)

Auparavant, les sites d'enfouissement recevaient les résidus de tamisage à des tarifs préférentiels et sans avoir à appliquer la redevance à l'élimination. En effet, ils ont l'obligation de recouvrir quotidiennement leur site à l'aide de matériaux conformes aux normes du Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Cependant, en raison de la présence d'émanations de gaz

de sulfure d'hydrogène malodorant provenant du gypse, dans le biogaz capté par les sites d'enfouissement, ces granulats ne sont plus utilisés comme matière de recouvrement journalier, car ils engendraient des coûts additionnels de traitement du gaz (G. Bernardin, conversation téléphonique, 10 janvier 2019). Ces matières sont toutefois encore autorisées dans les sites d'enfouissement, mais n'ont plus droit à un tarif préférentiel, ce qui entraîne des coûts supplémentaires aux centres de tri ayant à se débarrasser de celles-ci. En raison de cette nouvelle restriction, beaucoup de centres de tri de matériaux de CRD se sont retrouvés dans une situation financière précaire. C'est pourquoi RECYC-QUÉBEC a mis sur pied un programme de soutien financier temporaire pour ce type d'installation (RECYC-QUÉBEC, s. d.a).

Le bardeau d'asphalte

Ce matériau est l'un des seuls majoritairement triés de manière naturelle sur les chantiers, car la remise à neuf d'un toit génère à plus de 90 % du bardeau (G. Bernardin, conversation téléphonique, 10 janvier 2019). Chaque année au Québec, entre 170 000 et 200 000 tonnes de bardeaux d'asphalte sont remplacées sur les toitures lors de la phase de fin de vie (RECYC-QUÉBEC, 2018a). À partir de 2008, des cimenteries se sont intéressées au bardeau d'asphalte comme combustible. Présentement, la valorisation énergétique est donc le principal débouché. Dans les cimenteries, ce matériau est déchiqueté et les fractions plus petites que 3/16 de pouce sont tamisées et extraites. Cette fraction fine représente environ 50 % du poids du bardeau et est destinée à être réutilisée dans les enrobés bitumineux ; l'autre 50 %, constitué de papier imbibé de bitume, est utilisé comme combustible alternatif. Une cimenterie québécoise peut recevoir jusqu'à 30 000 tonnes de bardeaux d'asphalte par année (G. Bernardin, conversation téléphonique, 10 janvier 2019). Cependant, cette pratique a un peu ralenti, à la suite de l'envoi par le MELCC d'un avis de non-conformité au Centre de Valorisation M. Charrette (CVMC), qui conditionne le bardeau d'asphalte pour le compte de la cimenterie de Joliette, étant donné que le CVMC envoyait des matières résiduelles (ces fines de bardeau) à des entreprises (les usines d'enrobé bitumineux) qui ne détenaient pas les permis pour les recevoir. De plus, cet enjeu a un impact au niveau de la valorisation énergétique, car les cimenteries n'ont plus de débouchés pour ces particules fines, donc elles doivent les utiliser dans leur procédé en les combinant au papier imbibé de bitume, ce qui en réduit la valeur calorifique et les quantités qu'elles sont en mesure d'utiliser, ce qui représente une perte de recyclage de 10 000 tonnes par année (G. Bernardin, conversation téléphonique, 10 janvier 2019). Un autre débouché, possible depuis 2016, est son recyclage dans l'asphalte pour le recouvrement de routes ; cependant, cette option implique que les usines d'enrobés bitumineux acceptent de réaliser une

modélisation de leurs émissions atmosphériques, ce qui n'a pas encore été entrepris (RECYC-QUÉBEC, 2018a) (G. Bernardin, conversation téléphonique, 10 janvier 2019).

Cependant, un nouvel enjeu est à l'horizon, car le bardeau d'asphalte à base de papier-feutre est remplacé depuis 5 à 6 ans par du bardeau à base de fibre de verre, ce qui lui fait subir une perte en apport calorifique, car au lieu d'être constitué de 30 à 35 % de bitume, il ne l'est qu'à 20 %, et la composante papier est absente. Ce nouveau matériau a donc beaucoup moins d'intérêt pour la valorisation énergétique (G. Bernardin, conversation téléphonique, 10 janvier 2019). En revanche, pour la confection de toiture, ce bardeau est de meilleure qualité, mais les débouchés lors de sa fin de vie sont encore peu présents au Québec.

Les métaux

Les métaux sont les matériaux les plus recyclés et les moins problématiques dans le secteur, car le tri est facile à faire à la source et les débouchés sont connus et payants, tant pour les métaux ferreux que non ferreux (N. Bellerose, conversation téléphonique, 22 janvier 2019) (G. Bernardin, conversation téléphonique, 10 janvier 2019). Au Québec, les deux principaux recycleurs de métaux sont le Groupe TMR et le Groupe AIM (N. Bellerose, conversation téléphonique, 22 janvier 2019). Ces entreprises vont par la suite reconcentrer les flux pour les réacheminer vers les fonderies. Cependant, l'acheminement de ces flux est difficilement traçable, c'est-à-dire qu'il est ardu de savoir si ces matériaux sont fondus au Québec ou à l'international (N. Bellerose, conversation téléphonique, 22 janvier 2019). Lors de la démolition, les câblages de cuivre sont retrouvés en grande quantité et souvent recyclés en raison de leur valeur. Effectivement, le bâtiment constitue 30 % de l'utilisation de ce matériau dans le monde. Il est présent dans la tuyauterie, la robinetterie, les toitures et les gouttières, mais aussi dans les fils et câbles électriques (Gervais, 2016). En ce qui concerne le fer, la construction utilise 45 % de ce gisement, ce qui représente la plus grande filière d'utilisation au Québec. On retrouve le fer notamment dans la structure du bâti, où il a une durée de vie approximative de 50 ans (Gervais, 2016).

2. LES SOLUTIONS ENVISAGÉES

L'économie circulaire dans le domaine du bâtiment est un principe basé sur la circularité des flux de ressources incluant les matières, l'énergie et l'eau. Par ailleurs, outre les flux de ressources, des rejets sont dissipés tout au long du cycle de vie d'un bâtiment. Que ce soit des émanations liées intrinsèquement au bâti ou engendrées par ses activités, elles sont tout aussi importantes à répertorier et à éliminer, afin que le cycle de vie et les boucles de flux soient plus « propres » (Conseil du bâtiment durable du Canada [CBDCa], 2017). Le but est de créer des boucles circulaires ne perdant pas d'énergie ou émettant peu de pollution.

Dans cette partie, les solutions en matière d'économie circulaire dans le domaine de la construction résidentielle multilogements sont mises de l'avant. Des initiatives québécoises, canadiennes et internationales sont exposées pour amener des solutions différentes, innovantes et pertinentes, et ce, afin de pallier les enjeux de l'économie linéaire dans la filière de la construction. Les solutions seront présentées selon les phases du cycle de vie d'un bâtiment, de manière similaire à la première partie. Outre ce classement, les innovations seront aussi présentées selon les principes de l'économie circulaire et le schéma de l'Institut EDDEC (Figure 2.1). Dans la partie suivante, une analyse multicritère permettra de sélectionner les solutions les plus pertinentes pour les immeubles résidentiels multilogements au Québec.

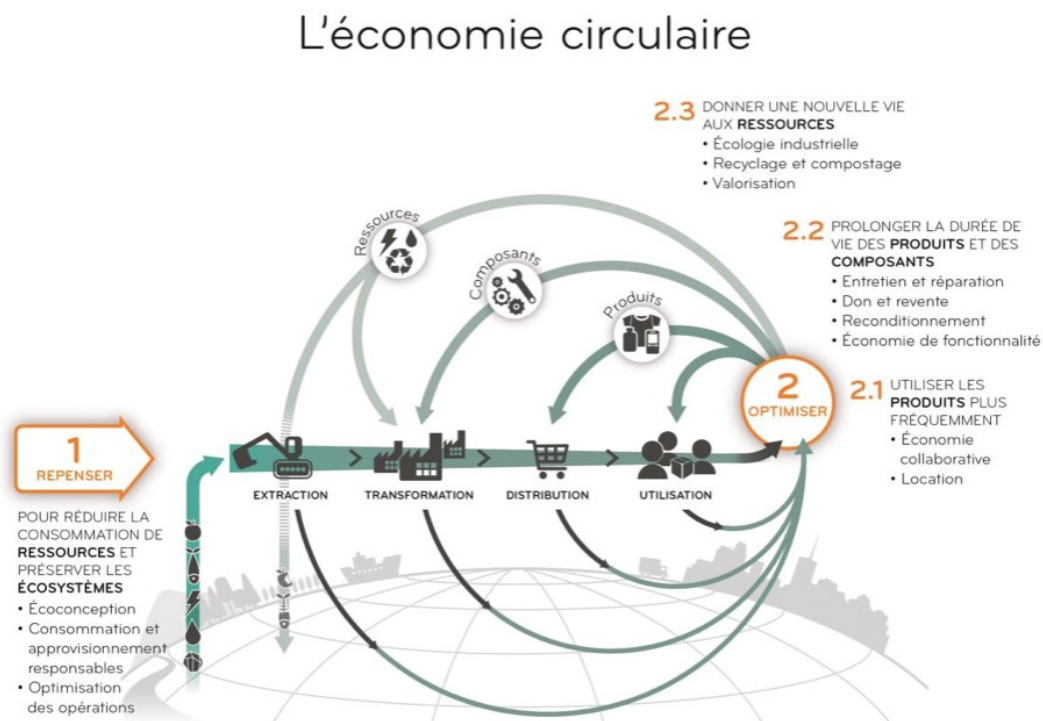


Figure 2.1 Les stratégies d'économie circulaire (tiré de : l'Institut EDDEC, 2018)

2.1 La conception

La conception est une phase pouvant amener beaucoup de solutions afin d'améliorer la circularité du secteur du bâtiment, car un grand nombre de décisions doivent être prises lors de cette étape. De plus, c'est une étape capitale pour toute la durée de vie d'un bâtiment. Le choix du terrain, l'écodesign, l'écoconception et le choix des matériaux sont au centre du projet.

REPENSER

Selon le schéma de l'Institut EDDEC, et lorsqu'il est appliqué au secteur étudié, repenser un bâtiment est la première chose à faire dans la mise en place de stratégies d'économie circulaire, ce qui implique de réduire à la source la consommation des ressources (Institut EDDEC, 2018). En amont de la chaîne d'approvisionnement, cela se traduit par une préservation des écosystèmes (Institut EDDEC, 2018).

2.1.1 Repenser le secteur : de nouvelles valeurs ajoutées

Lors de la phase de conception, repenser le secteur de la construction résidentielle par la création de nouvelles valeurs environnementales est la solution à appliquer.

La création de valeurs environnementales

Comme mentionné précédemment, le facteur temps est très important dans le secteur de la construction résidentielle multilogements. Les développeurs ont donc tendance à créer un modèle d'immeuble et à le reproduire sans penser à innover. De ce fait, une solution possible serait de proposer des incitatifs financiers pour contrer la perte financière venant notamment avec l'installation de systèmes plus performants environnementalement, tels que des panneaux solaires ou des systèmes de traitement des eaux grises. De plus, les réglementations légiférant les normes du secteur pourraient être révisées et ajustées afin de rendre obligatoires certaines pratiques (J. Cantin, conversation téléphonique, 17 janvier 2019). L'exemple des toits blancs dans le secteur de Rosemont-La-Petite-Patrie en est un bon (Ville de Montréal, s. d.b).

2.1.2 Repenser le bâti : l'optimisation des opérations

À l'heure actuelle, les logements sont pensés comme étant des habitats stagnants qui consomment des ressources sans créer de services autres que celui d'abriter. Cependant, l'Homme est le seul être vivant qui a un tel habitat, qui n'est pas naturel et qui n'évolue pas. Selon Areti Markopoulou, une architecte barcelonaise, il est temps que ce principe change et que la population soit plus exigeante envers

l'architecture qui l'entoure (DIF, 2018). Selon elle, les logements devraient pouvoir produire de l'énergie et des ressources, filtrer l'air et pourvoir à des services environnementaux. Voici donc des solutions en lien avec l'optimisation des opérations du bâti.

L'agriculture urbaine : l'optimisation de l'utilisation de l'espace

Au Québec, les conditions météorologiques ne permettent pas de faire de l'agriculture urbaine à ciel ouvert à longueur d'année. Malgré tout, l'intégration de surfaces cultivables sur un bâtiment permet d'utiliser des espaces, tels que les toits, qui autrement, resteraient probablement vacants (DIF, 2018). L'agriculture urbaine permet de créer des boucles courtes et locales et d'optimiser l'utilisation des terres. De plus, faire pousser des aliments près de l'endroit où ils seront consommés réduit leur empreinte carbone (Fondation Ellen MacArthur, 2018). Cette réduction va dans les deux sens de la boucle, c'est-à-dire qu'elle réduit l'empreinte carbone lorsque l'aliment va du champ à la table, et lorsqu'il y revient sous forme de compost. Cependant, il n'est pas question ici d'abandonner la culture dans les régions, mais de cultiver des aliments, tels que des fruits et des légumes, afin de pouvoir profiter des espaces non utilisés en ville. Ces projets à petite échelle peuvent rapprocher les habitants d'un même bâtiment et créer un espace communautaire amenant une meilleure copropriété et qualité de vie (Écohabitation, 2009). Les toits verts et les espaces de culture, tels que les potagers et jardins, peuvent agir comme des îlots verts dans le paysage urbain et ainsi permettre une meilleure absorption de l'eau de pluie. Ils peuvent parfois même agir comme pas japonais dans l'aménagement urbain, aidant la migration de certaines espèces animales (Écohabitation, 2009). De plus, ils filtrent l'air en captant les particules volatiles, tout en contribuant à la réduction d'îlots de chaleur (Paradis Bolduc, 2016) (United States Environmental Protection Agency [EPA], s. d.). Les toits verts peuvent aussi avoir un effet isolant, en hiver, et refroidissant, en été, ce qui peut influencer sur le niveau de consommation d'énergie d'un bâtiment (Écohabitation, 2016a). Par ailleurs, une distinction entre plusieurs types de toits verts est à faire. Les toits verts aménagés en bacs végétaux ou abritant des serres sont de meilleures options que les toits verts pleine terre à même la structure et la membrane d'étanchéité du toit. Ces derniers posent problème, car l'état de la membrane ne peut être vérifié, ce qui amène de plus grandes chances de provoquer des écoulements à même la structure du bâtiment et donc de créer de la moisissure, affectant ainsi la santé des résidents ainsi que la longévité de l'édifice (A. Bourassa, conversation téléphonique, 28 mars 2018).

Bâtiment à carbone zéro

Une façon de réinventer le domaine du bâtiment est de repenser son mécanisme et ses différents flux d'énergie. Les bâtiments à carbone zéro ne sont pas, à proprement parler, des producteurs d'énergie. Cependant, ils permettent d'avoir une empreinte carbone nulle, et donc, d'annuler les émissions de GES liées au cadre bâti (CBDCa, 2017). Au Canada, la norme du bâtiment à carbone zéro du CBDCa offre, aux constructeurs de nouvelles bâtisses résidentielles, la possibilité d'être certifiés Bâtiment à carbone zéro – Design + Performance. Afin d'obtenir cette certification, il est impératif que les émissions de GES émanant de la structure et des matériaux constituant le bâti soient calculées, ainsi que la consommation énergétique potentielle du bâtiment (CBDCa, 2017). De plus, celui-ci doit être alimenté à 5 % par une source renouvelable sur le site ou venant de l'extérieur de celui-ci (CBDCa, 2017). Lors de la phase d'occupation, un bilan carbone doit être fait afin de démontrer la neutralité du bâtiment sur une période d'occupation de 12 mois. Cette norme encourage et structure une approche de bâtiment zéro carbone qui est essentielle à l'atteinte des cibles fixées lors de la Conférence des Parties (COP) 21, notamment en ce qui concerne : « l'élimination des émissions de GES liés à l'exploitation de nouveaux bâtiments » (CBDCa, 2017). De plus, elle permet d'avoir une idée de l'empreinte carbone d'un bâtiment. Les propriétaires de bâtiments certifiés carbone zéro peuvent donc avoir une meilleure idée des émanations qu'ils produisent, afin de pouvoir ainsi améliorer leur bilan carbone et compenser pour leurs impacts.

Les certifications

Dans la première partie de cet essai, il a été mentionné que les certifications internationales pouvaient être mal adaptées au contexte québécois. Le climat, le bouquet énergétique, les matériaux locaux, l'espace et les enjeux locaux ne sont pas les mêmes partout dans le monde. Pour ce faire, il pourrait être pertinent que les certifications internationales soient modulées afin de pouvoir être plus juste par rapport au contexte québécois. Outre cette critique, les certifications internationales dans le domaine de la construction résidentielle restent une solution pratique ayant fait ses preuves au fil des ans. Effectivement, celles-ci ont permis de changer la manière dont les bâtiments sont conçus et construits en amenant une importance aux critères environnementaux (France GBC, 2015). Ces critères sont souvent plus sévères que les réglementations municipales et provinciales (France GBC, 2015). Une autre solution pouvant être mise de l'avant est la création d'une certification environnementale dans le domaine de la construction résidentielle multilogements qui serait québécoise et donc adaptée aux différentes contraintes et réglementation locales ainsi qu'aux différents objectifs environnementaux visés dans le domaine de la construction résidentielle au niveau provincial.

2.1.3 L'intégration du bâtiment dans son environnement

La phase de conception amène à penser un bâtiment dans son ensemble, à l'implanter dans son environnement de manière à ce qu'il puisse être en harmonie avec celui-ci. Dans la pensée circulaire, cette réflexion peut être encore plus poussée afin d'amener un bâtiment à être en interaction avec son environnement, afin d'optimiser les opérations de celui-ci.

L'écologie industrielle et territoriale : l'échanges de flux de chaleur et d'énergie

Des flux d'énergie peuvent interconnecter les bâtiments afin de créer des boucles locales, et donc, faire des rejets de l'un les intrants de l'autre. Cela s'inscrit dans ce qu'on appelle l'écologie industrielle ou territoriale. Ces interactions nécessitent souvent des installations majeures, donc elles peuvent difficilement être initiées pour un seul bâtiment. C'est plutôt au niveau de l'administration d'une municipalité ou des grandes industries que de telles initiatives peuvent voir le jour. Par exemple, à Copenhague, au Danemark, 97 % de la ville est alimentée par du chauffage provenant de la chaleur perdue des stations générant de l'électricité, de serveurs informatiques ainsi que des transports en commun (Whitehead, 2014). Cette chaleur est ensuite canalisée à travers toute la ville jusqu'à destination (C40 Cities, 2011). Ce système permet donc de ne pas perdre d'énergie lors de la transformation électrique et de créer des boucles locales. De plus, cette initiative a permis d'éviter l'utilisation de 203 000 t d'huile par année, ce qui représente environ 665 000 tonnes d'équivalents CO₂ (C40 cities, 2011). Ce type de système, appelé chauffage urbain, est utilisé dans l'entièreté du Danemark et aujourd'hui, plus de 63 % des habitations sont ainsi chauffées (State of Green, Danish Energy Agency et Danish Board of District Heating, s. d.).

Au Québec, Climatisation et Chauffage Urbains de Montréal (CCUM) est l'initiative qui se rapproche le plus de ce type de réseau. CCUM est un réseau urbain d'énergie fonctionnant à la vapeur, à l'eau chaude et à l'eau froide permettant ainsi de chauffer ou de climatiser plus du tiers du centre-ville de Montréal (Énergir, s. d.). Cependant, la grande différence avec l'exemple de Copenhague est que la chaleur du système est produite par la centrale et non pas récupérée des activités d'une autre entreprise. Cependant, ce réseau offre le service de chauffage par vapeur ainsi que le service de climatisation, permettant d'éviter l'utilisation de réfrigérants tels que les Chlorofluorocarbures (CFC) (Énergir, s. d.). Il permet aussi de réutiliser l'eau et sa vapeur en boucle afin de minimiser l'utilisation de la ressource. Ce principe amène une certaine circularité dans l'approvisionnement des bâtiments.

De grandes sources de rejets thermiques ont des potentiels de chauffage qui sont encore peu exploités au Québec, entre autres les rejets thermiques des serveurs électroniques. L'Université Laval utilise cette chaleur émanant de ses propres serveurs afin de chauffer ses pavillons, et ce, depuis 2005 (Gagnon, 2019). Le nombre de serveurs électroniques étant croissant, le potentiel de cette source de chaleur l'est aussi. En 2020, il est estimé que 350 Mégawatts seront nécessaires pour maintenir les serveurs informatiques au Québec (Gagnon, 2019, 23 janvier). Cette technique de récupération de chaleur pourrait donc permettre la réduction des dépenses énergétiques, mais aussi des GES (Gagnon, 2019, 23 janvier). Ce qui est relativement nouveau dans le milieu est l'encouragement à intégrer ces serveurs dans des bâtiments déjà existants, de manière stratégique, afin que la chaleur émise puisse permettre le chauffage de ceux-ci (Gagnon, 2019, 23 janvier). Cette source de chaleur pourrait éventuellement être transmise dans des résidences multilogements. De plus, Transition énergétique Québec veut mettre en place, d'ici 2021, un registre volontaire sur internet pour répertorier les rejets thermiques importants et des financements pour les projets pilotes de réseaux de chaleur faisant l'utilisation de ces sources (Transition énergétique Québec, 2018). Par la suite, entre 2023 et 2028, cet organisme veut rendre la déclaration des rejets thermiques obligatoire, ce qui facilitera la valorisation de ceux-ci (Transition énergétique Québec, 2018).

Un autre projet de réseau de chaleur a été lancé par la firme Solon. Le projet Celsius est axé sur l'utilisation de la chaleur produite par la géothermie, le solaire thermique ou la chaleur perdue des égouts, selon les sources disponibles (Solon, 2018). Trois projets pilotes sont en cours de réalisation et prennent tous place dans des ruelles de l'arrondissement de Rosemont-La Petite-Patrie. C'est à cet endroit que le réseau de chaleur sous-terrain est installé afin de permettre à plusieurs utilisateurs d'y avoir accès. Un fluide caloporteur permet de distribuer la chaleur dans les différents domiciles, y compris des immeubles résidentiels multilogements, connectés au réseau (Solon, 2018). Cette technologie fonctionnant à partir de sources durables et locales, elle offre une alternative à l'utilisation d'énergies fossiles telles que le mazout (Solon, 2018). Cette initiative est élaborée en collaboration avec les résidents participant au projet, ce qui permet un rapprochement social et une meilleure acceptabilité sociale (Solon, 2018). Ce projet propose donc une solution renouvelable et simple.

Les services de proximité et multiusages

Les services de proximité sont aussi à envisager lors du choix de terrain. Un quartier est plus attrayant et plus dynamique lorsqu'il est desservi par des commerces offrant des services de base, tels qu'une épicerie, une pharmacie, etc. Ceux-ci contribuent à créer des emplois locaux, à personnaliser le service ainsi qu'à

améliorer la qualité de vie (Équiterre, s. d.). Ils permettent de créer des boucles courtes d'approvisionnement, ce qui restreint l'utilisation des transports et permet d'investir localement (Équiterre, s. d.). Lors de la conception d'un bâtiment résidentiel multilogements, l'intégration de locaux multiusages peut aussi contribuer à l'effervescence d'un quartier en offrant des services dont la communauté a besoin. Cette diversification des usages permet de réduire le risque d'inoccupation des locaux (Hudry, 2017). De plus, ces fonctions hybrides permettent une meilleure adaptabilité dans le temps, car les locaux commerciaux sont beaucoup plus modulables. Ceci permet de prévenir l'obsolescence d'un bâtiment en le rendant plus facilement adaptable aux modes et besoins de la société à travers le temps (Hudry, 2017).

Les écoquartiers

À plus grande échelle, il peut être pertinent de parler d'écoquartier. En France, une charte écoquartier a été élaborée afin de baliser le terme et de certifier les bonnes pratiques et la qualité des écoquartiers en créant un label écoquartier (ADEME, 2018). La création de cette charte a aussi permis au Ministère du Logement et de l'Habitation durable de faire part d'engagements qui promeuvent le développement territorial durable (Ministère du Logement et de l'Habitat durable, 2017). L'écoquartier facilite l'intégration de l'économie circulaire sur un territoire en dynamisant les quartiers à travers le développement d'activités de proximité, en amenant une mobilité collective, c'est-à-dire des transports collectifs, que ce soit par l'économie collaborative ou les transports en commun municipaux, et en innovant en matière de bâtiments durables (ADEME, 2018).

Au Québec, aucune mesure législative et officielle n'a encore été amorcée par rapport à la définition d'un écoquartier. Cependant, l'organisme d'intérêt public Vivre en ville a été créé en 1993, afin de promouvoir le développement de collectivités viables (Vivre en Ville, s. d.). Il a comme but d'innover et d'apporter des idées novatrices en urbanisme, transport, environnement et développement durable (Vivre en Ville, s. d.). Bien que ce ne soit pas un organisme qui promeut l'économie circulaire à proprement parler, ces pratiques peuvent amener à l'application de certains concepts liés à la circularité.

Un projet innovant que l'on retrouve dans la province est le Technopôle Angus. Ce quartier a été certifié *LEED Neighborhood Development* (LEED ND). On y trouve des bureaux, commerces, appartements et résidences (Technopôle Angus, 2019). Certaines infrastructures ont des atouts innovants permettant une circularité et une réduction des flux. Par exemple, des systèmes de rétention et réutilisation de 95 % des

eaux pluviales permettent de réduire de 40 % la consommation d'eau potable (Technopôle Angus, 2019). De plus, tous les bâtiments dans ce nouvel écoquartier s'échangent de l'air chaud et froid émis par l'ensemble des utilisateurs du quartier, selon les besoins de chacun. Ceci permet de chauffer et de climatiser les bâtiments de manière efficace, réduisant de 40 % la consommation énergétique des bâtiments et de 26 % la consommation de gaz naturel (Technopôle Angus, 2019).

2.1.4 L'écoconception

Lors de la phase de conception, l'écoconception fait référence à l'écoconception des composantes d'un bâtiment, ce qui signifie : « L'écoconception consiste à intégrer l'environnement dès la conception d'un produit ou service, et lors de toutes les étapes de son cycle de vie ». (Éco-conception, s. d.) Il est capital de repenser les relations que l'Homme entretient avec son espace de vie. Les bâtiments ne devraient pas être considérés comme du bâti stagnant et non modulable, mais bien comme des réserves de matières dynamiques dans le temps, qui peuvent donc être montés et démontés facilement pour être ensuite réutilisés ou recyclés (DIF, 2018). Cette manière de repenser l'intégration d'un bâtiment dans son environnement permet de créer plus facilement des flux circulaires, amenant notamment l'allongement de la phase d'utilisation d'un bâtiment ainsi que la réutilisation des matériaux de construction.

L'écoconception des composantes d'un bâtiment

Lors de la phase de conception, il est important que les architectes et les designers prennent en compte non seulement la provenance des matériaux et produits, mais aussi leur potentiel de réutilisation ou de recyclage (Circle Economy et ABN AMRO, 2017). Ceci permettra de réutiliser les matières et ainsi, de fermer la boucle. Il faut donc que les matériaux soient facilement démontables sans affecter leur qualité, afin qu'ils soient réutilisés ailleurs. Les matériaux choisis devraient donc être écoconçus, permettant de réduire l'extraction de matières premières en amont et la production de déchets en aval. Ce principe se traduit notamment par le choix de produits dont l'assemblage se fait facilement. Ces produits sont plus aisément démontables et permettent d'éviter, dans une certaine mesure, l'utilisation de colle (Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, 2006). En pensant en amont à la modulation, le démontage et le remplacement facile des composantes d'un bâtiment, l'architecte permet de faciliter sa déconstruction et le réemploi des matériaux en fin de vie. Outre ces avantages, la modularité d'un espace de vie permet son évolution au fil du temps, sans avoir à démolir le bâti. De plus, la standardisation des unités permet généralement de réduire les résidus (Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, 2006). Par exemple, si les plafonds sont tous de la même hauteur, il est plus facile de prévoir la quantité

et la grandeur des panneaux de gypse à acheter. L'utilisation de panneaux de la même hauteur que le plafond permet d'éviter la production de retailles et donc de résidus. Cette méthode est privilégiée au Royaume-Uni, où il est conseillé aux concepteurs de construire dans les standards du secteur (plafond de 8 pieds) et si le projet est d'une plus grande ampleur, le fabricant peut produire des panneaux sur mesure (Defra, 2008).

2.1.5 L'approvisionnement responsable dans le choix des matériaux

Une politique d'approvisionnement responsable intégrant des critères environnementaux et d'économie circulaire peut être développée au sein d'une l'entreprise œuvrant dans le domaine de la construction résidentielle multilogements afin de s'assurer que le processus d'achat soit simple et que les produits choisis aient peu d'impact environnemental (Couture, Arseneault, 2011). La provenance, le mode de transport, les conditions de production et la traçabilité peuvent faire partie de ces critères (Alliance HQE-GBC France, 2018). L'ACV est aussi un outil aidant à choisir les produits. Cette méthode d'évaluation consiste à mesurer l'impact environnemental d'un produit tout au long de son cycle de vie (Alliance HQE-GBC France, 2018). Une certaine priorisation est à faire à travers les différents matériaux disponibles ; la figure 2.2 permet de synthétiser cette hiérarchie.

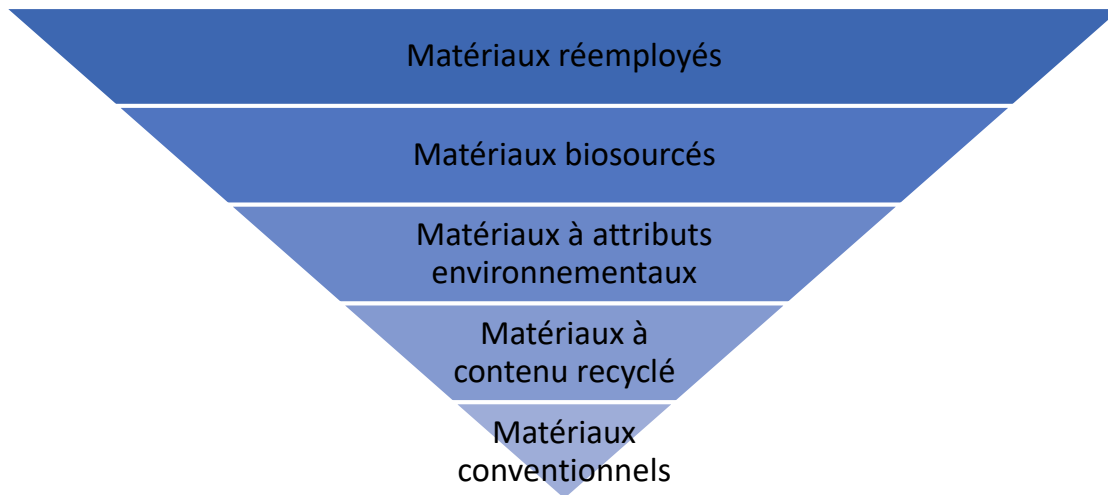


Figure 2.2 La hiérarchie de l'approvisionnement responsable dans le choix des matériaux

Cette hiérarchie a été élaborée de manière logique. Les deux premières catégories de matériaux « Matériaux réemployés » et « Matériaux biosourcés » ont un faible impact sur les réserves de matières premières. Puis, les « Matériaux à attributs environnementaux » ont un impact négatif moins élevé que

les matériaux conventionnels. Enfin, les matériaux à contenu recyclé permettent d'éviter l'envoi au LET de matières encore utilisables.

L'approvisionnement responsable en matériaux

Lors du choix des matériaux, il est important de considérer leur source. Il faut donc que les concepteurs s'approvisionnent de manière responsable. Il est important de prioriser les matériaux réemployés étant déjà en circulation : de cette manière, une circularité sera créée et aucune matière ne sera extraite. Par la suite, les matériaux biosourcés sont à envisager, car si elle est renouvelable, l'extraction de la ressource ne cause pas un déficit non réversible au stock mondial. Ce sont des matériaux définis comme étant issus de biomasses dont la toxicité peut varier selon le processus de transformation (OAQ, 2018). Cependant, bien que ces produits suscitent un enthousiasme dans le monde de la construction, un grand nombre de produits demeurent relativement nouveaux sur le marché. Leur évolution ainsi que leur gestion en fin de vie sont donc souvent peu connues, ce qui peut amener des impacts environnementaux inattendus (Roux, 2018). Par ailleurs, les déclarations environnementales de produits (DEP) (fiches de description des impacts environnementaux des produits selon le processus d'analyse de cycle de vie) permettent de bien documenter ces produits (Roux, 2018).

Au Québec, des compagnies comme Nature Fibre et Art du chanvre offrent des produits à base de fibres végétales (Roux, 2019). Nature Fibre conçoit des produits isolants sans composés organiques volatils (COV) (Nature Fibres, s. d.). Ce produit permet de créer des boucles d'approvisionnement locales, et donc de produire moins de CO₂ lors du transport. En ce qui concerne les matériaux bioforestiers, des centres de recherches, tels que le Service de recherche et d'expertise en transformation des produits forestiers (SEREX) affilié au cégep de Rimouski, FP Innovations et le Centre de recherche sur les matériaux renouvelables de l'Université Laval, amorcent le développement de matériaux biosourcés.

L'un des matériaux biosourcés les plus utilisés dans le domaine de la construction est le bois. Il est très fréquemment employé en raison, notamment, de son avantage économique, lorsqu'il est question de charpente légère. En tant que matériau de charpente, celui-ci est à prioriser par rapport aux structures de béton et d'acier (Écohabitation, 2017). En effet, le bois issu d'une coupe responsable a l'avantage d'être une ressource renouvelable. De plus, étant un matériau issu de la biomasse captant du CO₂, il permet d'emmagasiner 0,9 t de CO₂ par 1 m³ de bois (Cecobois, s. d.a). En ce qui concerne les bâtiments de béton et d'acier, ils sont la cause de l'émission de 8 % du CO₂ mondialement (Écohabitation, 2017). Les matériaux

biosourcés offrent une alternative face à l'utilisation de matériaux non renouvelables (ex. : pétrosourcés) et donc, l'atténuation des émissions de GES (Fédération Française du Bâtiment, 2015).

Cependant, pour ce qui est des bâtiments à charpente lourde, il est parfois moins avantageux financièrement d'opter pour l'utilisation de panneaux préfabriqués de bois lamellé-croisé (OAQ, 2014b). Cette technique consiste à empiler perpendiculairement 3 à 5 couches de bois d'œuvre maintenues ensemble par des adhésifs ou des goujons, ayant une épaisseur totale entre 3 et 15 pouces (Cecobois, s. d.b). La figure 2.3 offre un visuel à l'appui. Cependant, cette technique de construction est de plus en plus utilisée, ce qui peut faire descendre le prix de vente et rendre le produit plus accessible (OAQ, 2014b). Le projet résidentiel multilogements de huit étages, Arbora, situé au cœur de Griffintown à Montréal, est un bon exemple de construction de bois lamellé-croisé. Non seulement la structure de ses trois bâtiments est faite entièrement en bois, mais l'intégralité des matériaux utilisés pour la structure et l'enveloppe provient du Canada (Laberge, 2017). Il est cependant important de noter que, bien que ces structures soient innovantes, la fabrication de panneaux de bois lamellé croisé requiert énormément de bois d'épinette noire (A. Bourassa, conversation téléphonique, 28 mars 2019).

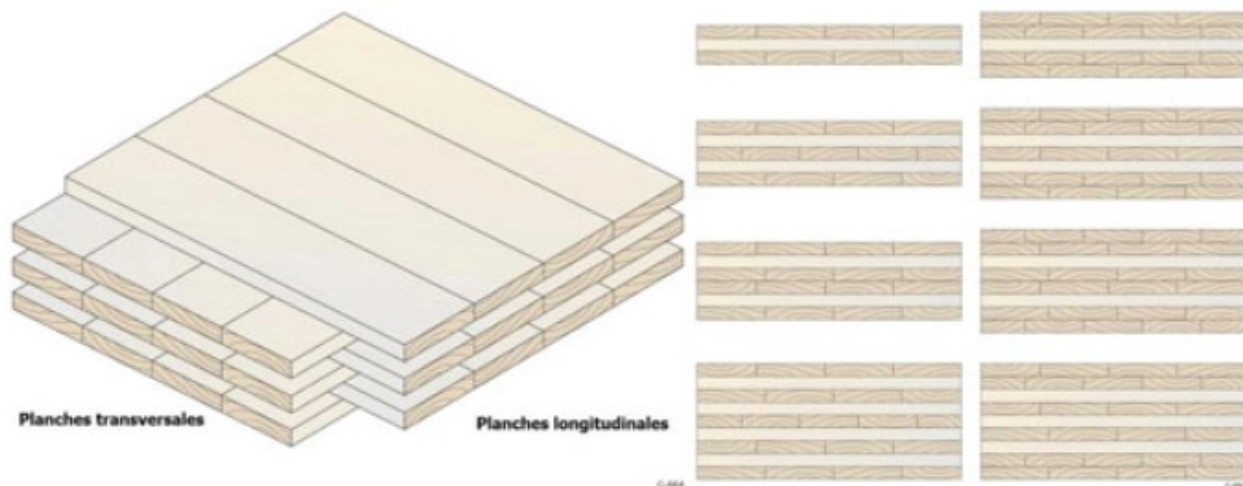


Figure 2.3 Fabrication de bois lamellé-croisé (tiré de : Cecobois, s. d.b)

Pour certaines composantes d'un bâtiment, le réemploi est difficile et les matériaux biosourcés ne sont pas disponibles. Il faut donc que les concepteurs se tournent vers des matériaux à attributs environnementaux. Pour ce faire, des certifications offertes au Québec peuvent les guider et les renseigner, notamment sur la toxicité des matériaux. Greenguard a plusieurs types de certification

permettant d'assurer, notamment, la qualité de l'air (GreenGuard certification, s. d.). Ces initiatives permettent de minimiser l'apport d'intrants chimiques, tels que les COV, dans les flux circulaires. Green Seal est aussi un Ecolabel qui permet de certifier la durabilité des produits, des matériaux de construction jusqu'à la peinture intérieure (Green Seal, s. d.). De plus, SCS Global Services offre de nombreuses certifications, dont « Environmentally Preferable Product », qui assurent la performance environnementale des produits grâce à des analyses de cycle de vie poussées (SCS Global Services, s. d.). Toutes ces certifications peuvent guider les choix des entrepreneurs et des concepteurs, car il y a une abondance de produits différents sur le marché et parfois, il peut être difficile de faire un choix. Le site VoirVert regroupe les différentes certifications, de ce genre, offertes au Québec.

Finalement, l'utilisation des matériaux faits à partir de matières recyclées est aussi une façon de réduire l'extraction de matières premières et donc, de préserver les écosystèmes. En introduisant des composantes recyclées, celles-ci bénéficient d'une nouvelle vie. Dans le domaine de la construction, ce sont plus fréquemment les textiles qui sont retrouvés dans les matériaux isolants. À titre d'exemple, dans le bâtiment public CIRCL, à Amsterdam, les plafonds ont été isolés avec une matière composée majoritairement de jeans usagés (Circle Economy et ABN AMRO, 2017). Les murs de plâtres sont aussi composés, entre autres, de vêtements usagés. Plusieurs autres matériaux permettent d'ajouter un aspect circulaire au bâtiment : les briques sont faites à partir de matériaux recyclés et la tuyauterie extérieure est faite à partir de polyéthylène à haute densité (PEHD) 100 % recyclé (Circle Economy et ABN AMRO, 2017). CIRCL est un bâtiment où des matériaux de construction à contenu recyclé ont été utilisés, permettant de leur donner une nouvelle vie et donc d'éviter leur élimination.

2.2 La construction

La construction est une phase d'application de la conception ; il y a donc moins de solutions à appliquer, puisqu'il s'agit de mettre en pratique ce qui a été prévu en amont. Cependant, des solutions peuvent être appliquées au niveau du chantier lui-même, et dans sa logistique.

REPENSER

En construction, deux stratégies sont applicables dans l'objectif Repenser : la stratégie d'optimisation des opérations, ainsi que l'écoconception.

2.2.1 L'optimisation des opérations

L'optimisation des opérations lors de la phase de construction passe majoritairement par l'utilisation d'un système BIM, la gestion de la pollution sur le chantier ainsi que par le transport des employés.

L'utilisation d'un logiciel BIM

Il est important de bien planifier l'échéancier de construction afin de pouvoir optimiser les ressources humaines, mais aussi temporelles et économiques. Pour ce faire, plusieurs sommités dans le domaine de l'économie circulaire, telles que *Circular Brussels* et Fondation Ellen MacArthur, privilégient l'utilisation de logiciels comme celui de BIM, permettant de designer, planifier et construire virtuellement un bâtiment (Circle Economy, 2015) (Carra & Magdani, s. d.). Ce type de logiciel permet d'assurer l'efficacité et l'optimisation de la gestion de chantier. Effectivement, ces plateformes facilitent la communication entre plusieurs acteurs clés du processus de conception et de construction. (Athanassiadis, 2017). De plus, cette mise en relation de tous les acteurs importants permet de minimiser les erreurs de construction et d'optimiser le travail, car tous ont l'information pertinente en main, ce qui signifie, entre autres, que la perte de matériaux liée aux erreurs de construction peut diminuer.

La gestion de la pollution générée sur le chantier

Sur un chantier de construction traditionnel, la pollution peut être plus présente que sur un chantier de construction où les composantes de l'édifice sont préfabriquées en usine, car les activités sur le site sont beaucoup plus fréquentes et durent plus longtemps. La poussière produite par les déplacements de véhicules ainsi que par les activités de construction peut être atténuée lorsqu'un plan de contrôle est établi au préalable (TEA, s. d.a). Celui-ci peut inclure des recouvrements de sol verts, tels que des plantes ou des arbres permettant de maintenir le sol en place et de capter les particules de poussières. Des clôtures anti-érosion peuvent aussi permettre de réduire les bourrasques afin de limiter la quantité de sédiments déportés du chantier de construction (TEA, s. d.b) (Écohabitation 2012). Outre la pollution atmosphérique causée par les sédiments, les cours d'eau peuvent eux aussi être affectés. Un critère LEED Habitation intitulé « Contrôle de l'érosion pendant la construction » permet d'apporter des solutions efficaces pour contrer ce problème, par exemple creuser des rigoles détournant l'eau, ou protéger les bouches d'égout avec des bottes de foin (Écohabitation, 2012).

Le transport des employés

Le transport des employés peut être plus efficace et moins polluant si des transports collectifs sont offerts. Par exemple, les employés pourraient être encouragés à prendre les transports en commun par le financement partiel ou intégral d'abonnement aux services de transports en commun, par l'employeur, pour la durée de leur contrat. De plus, des transports collectifs, tels que du covoiturage, peuvent être organisés pour les employés venant d'un même secteur et ayant à transporter leur équipement avec eux.

2.2.2 L'écoconception

Lors de la phase de construction, l'écoconception passe notamment par le choix de la construction modulaire.

La construction modulaire

Typiquement, la construction d'un bâtiment se fait sur le site. Cette pratique peut entraîner de nombreux polluants, lesquels ont été cités dans le diagnostic. Lorsque la majorité des manœuvres se font en usine, dans un milieu fermé et contrôlé, il est plus facile d'éviter certaines pollutions atmosphériques (Fondation Ellen MacArthur, 2013). Bien entendu, l'excavation et les fondations doivent se faire de manière conventionnelle, entraînant leur part de poussières et de transports de lourdes charges. Cependant, la construction de la structure du bâtiment résidentiel multilogements peut être réalisée en usine, ce qui permet notamment d'écourter la période de construction, de mieux gérer les résidus de CRD à la source, ainsi que d'intégrer une standardisation des unités (Fondation Ellen MacArthur, 2013) (Waste and Resources Action Programme [WRAP], s. d.). La standardisation accélère le processus de construction et facilite la gestion de la quantité de matériaux nécessaires. En outre, le contrôle que procure la production à la chaîne minimise les erreurs et assure un standard de qualité. La modularité des structures aide non seulement à l'assemblage et au désassemblage des composantes d'un bâtiment, mais aussi à ceux de sa structure elle-même. De ce fait, des unités peuvent être déplacées et réemployées dans un autre emplacement, où le besoin est nécessaire (Fondation Ellen MacArthur, 2013). Cette pratique facilite le processus de déconstruction et donc, la circularité des matériaux (Fondation Ellen MacArthur, 2013). La réutilisation des modules nécessite environ 2 à 8,8 % de l'énergie requise pour reconstruire ces mêmes unités, et peut réduire de 70 à 90 % la production de résidus de CRD sur le site (Fondation Ellen MacArthur, 2013) (WRAP, s. d.). Dans un milieu contrôlé, les émanations chimiques ou polluantes, engendrées lors du processus de construction, peuvent être filtrées.

La compagnie Yorkon, au Royaume-Uni, est l'une des entreprises qui innove dans ce domaine. Les technologies qu'elle utilise permettent de minimiser les pertes de matériaux ainsi que d'optimiser le système de recyclage (Yorkon, s. d.). L'entreprise utilise à 94 % des matériaux recyclés pour construire les unités, ce qui permet de remettre des composantes dans le circuit. De plus, les modules, lorsque réutilisés, peuvent être adaptés aux besoins des utilisateurs. Des fenêtres et portes peuvent être ajoutées ou enlevées, le décor peut être refait, etc., allongeant ainsi la durée de vie des matériaux et de la structure (Fondation Ellen MacArthur, 2013).

OPTIMISER

Le deuxième grand objectif du schéma de l'économie circulaire de l'institut EDDEC est l'optimisation des ressources utilisées. Ce principe est divisé en trois sous-objectifs : l'utilisation plus fréquente du produit, le prolongement de la durée de vie d'un produit et donner une nouvelle vie aux ressources (Institut EDDEC, 2018).

2.2.3 L'utilisation plus fréquente des produits

Dans la phase de construction, l'utilisation plus fréquente des produits peut se traduire par une économie collaborative pour la machinerie.

L'optimisation de la machinerie sur un chantier : l'économie collaborative

Les plateformes de partage permettent d'avoir accès à des biens pour fins d'utilisation, sans en être propriétaire. Cet outil est englobé dans ce qui est appelé l'économie collaborative, qui permet de maximiser l'usage des biens en les rendant accessibles à plusieurs utilisateurs (Québec circulaire, s. d.). De plus, le partage d'un même appareil entre plusieurs utilisateurs diminue les achats individuels, et donc la production. Dans le secteur de la construction, cette approche peut être intégrée, notamment au niveau de la machinerie. Bien que plusieurs tâches soient administrées par des sous-traitants, qui ont leurs propres outils et machineries, les compagnies de construction ont souvent besoin de se procurer de la machinerie pour un temps donné. Cependant, dans la pensée circulaire, il est préférable de partager celle-ci plutôt que d'en devenir propriétaire. Une économie de partage peut également être plus facilement créée dans les quartiers en développement où plusieurs chantiers de constructions résidentielles se côtoient. À plus grande échelle, des plateformes permettent de créer un espace où l'offre et la demande sont facilement accessibles (Fondation Ellen MacArthur, s. d.). Par exemple, la plateforme FLOW2,

disponible au Québec, permet de louer, vendre ou partager des biens commerciaux et des savoirs (FLOOW2, s. d.).

Au Canada ainsi qu'au Québec, la cyber plateforme d'économie de partage la plus populaire est BizBiz Share. Celle-ci permet de mettre en lien l'offre et la demande entre des organisations, que ce soit des espaces ou des biens, des services ou du personnel. Elle compte plus de 1000 membres permettant de satisfaire 81 % de la demande (BizBiz Share, s. d.). Ce genre d'initiative permet de faire du profit tout en optimisant l'utilisation d'actifs (BizBiz Share, 2018).

2.2.4 Le prolongement de la durée de vie des produits et des composantes

Ce sous-objectif se traduit par l'introduction d'un nouveau rapport entre sous-traitant, main-d'œuvre et employeur, pouvant notamment se déployer par l'économie de fonctionnalité.

La location de services : l'économie de fonctionnalité

L'économie de fonctionnalité sur un chantier de construction peut se traduire par une multitude de services. L'intégration de ce principe permet d'introduire une logique servicielle de l'offre, c'est-à-dire qu'on n'achète plus un bien, mais on loue son service (ADEME, 2017b). Ceci peut se décliner de plusieurs manières, selon l'entente contractuelle. Le produit peut être acheté ou loué avec des services complémentaires, par exemple son entretien tout au long de son cycle de vie. Cette approche transforme le produit en axant celui-ci sur la performance d'usage. Effectivement, lorsque le producteur reste propriétaire du bien, il a tout intérêt à optimiser son usage en allongeant son cycle de vie et en prônant l'innovation technologique, l'écoconception, le réemploi et la réparation plutôt que la désuétude (ADEME, 2017b). Ce modèle contribue à l'économie circulaire, car il est axé sur la valeur immatérielle créée, et non sur le volume de biens créés (ADEME, 2017b). Ce modèle économique pourrait se traduire par plusieurs types de services dans un immeuble multilogements. Ainsi, les compagnies de plomberie pourraient offrir un service de maintenance et de réparation tout au long de la durée de vie du produit, ce qui permettrait d'ajouter une plus-value. Ces compagnies pourraient rester propriétaires des mobiliers tels que les bains, les lavabos et les robinetteries. Ce type de modèle d'entreprise pourrait aussi être appliqué aux compagnies de climatisation et de chauffage ainsi qu'aux électriciens.

2.2.5 Donner une nouvelle vie aux ressources

Donner une nouvelle vie aux ressources sur un chantier de construction passe principalement par la gestion des matières résiduelles qui y sont générées.

La gestion des matières résiduelles sur le chantier : le recyclage et la valorisation

Comme vu précédemment, le domaine de la gestion des résidus de CRD au Québec comporte un grand nombre de freins et barrières. Cependant, lorsque vient le temps pour l'entrepreneur de gérer ses résidus sur le chantier, il est important qu'il applique les principes circulaires. Il convient de mentionner, en premier lieu, que ce qui est le plus pertinent à faire, avant même de récupérer et gérer ces matières, est de réduire à la source les matériaux, les réemployer, ainsi qu'allonger la durée de vie d'un bâtiment, afin que les ressources soient utilisées à leur plein potentiel (RECYC-QUÉBEC, 2018a). Ces stratégies, prévues lors de la phase de conception et de construction du bâtiment, peuvent engendrer une réduction des résidus de CRD sur le chantier. Cependant, les rejets de construction sont inévitables et lorsque vient le temps de les gérer, il est important d'être à l'affût de bonnes pratiques. Puis, le tri à la source, c'est-à-dire sur le chantier, est important. Cette pratique permet de minimiser la contamination des matériaux, tels que le gypse, et donc d'augmenter leur potentiel de recyclage. De plus, le bon entreposage à même le site de construction est très important pour garder les matériaux en bonne condition d'utilisation (Defra, 2008).

2.3 L'utilisation

Lors de la phase d'utilisation, les solutions apportées sont en lien avec la gestion du bâtiment ainsi que la collaboration des occupants. L'entrepreneur en construction a des choix à faire tout au long de cette phase, qui est la plus longue du cycle de vie (Athanasiadis, 2017).

REPENSER

Dans la phase d'utilisation du bâtiment résidentiel multilogements, l'objectif Repenser est déployé sous ses deux stratégies de circularité ayant comme but de réduire la consommation de ressources et de préserver les écosystèmes : l'optimisation des opérations, ainsi que la consommation et l'approvisionnement responsables (Québec circulaire, s. d.).

2.3.1 L'optimisation de l'utilisation de l'eau : l'optimisation des opérations

Cette stratégie de circularité vise à optimiser l'utilisation de la chaleur de l'eau par l'intégration d'un récupérateur de chaleur.

La récupération de chaleur d'eau

Pour une résidence, l'eau chaude peut représenter plus de 20 % de la facture en électricité annuellement, soit la deuxième plus grande source de consommation d'énergie, après le chauffage et la climatisation (Hydro-Québec, s. d.b). L'ajout d'un système de récupération de chaleur des eaux de drainage permettrait de réduire ce pourcentage (Écohabitation, 2018). Plusieurs mécanismes sont disponibles, tels que les systèmes à la verticale ou à l'horizontale. Ils permettent de récupérer la chaleur des eaux de drainage afin de préchauffer l'eau froide entre l'entrée d'eau et le chauffe-eau (Ressources naturelles Canada, 2014). Ce système permet donc de minimiser la consommation de ressources énergétiques en optimisant l'utilisation de la chaleur de l'eau et en tirant le maximum d'apport de cette ressource. Cependant, l'installation de tels systèmes peut constituer un frein lorsque l'entrepreneur demeure propriétaire de l'immeuble multilogements, car c'est à lui qu'il incombe de payer le prix desdits systèmes, alors que c'est le locataire qui bénéficie des économies qui en découlent. Par ailleurs, lorsque l'immeuble est vendu en condominiums, le coût de l'installation sera absorbé par le prix de vente des unités.

2.3.2 L'efficacité énergétique : la consommation responsable

L'efficacité énergétique est très importante dans la phase d'utilisation, car c'est elle qui a le plus d'impact environnemental (Chayer, 2018). Il y a plusieurs façons d'obtenir de meilleurs rendements énergétiques, telle l'intégration de technologies, qu'elles soient passives ou actives. De plus, les bonnes habitudes de vie liées au maintien d'une température agréable sont primordiales (Hydro-Québec, s. d.a).

L'efficacité énergétique d'un bâtiment est importante. C'est l'une des pratiques écoresponsables les plus répertoriées au Québec dans le domaine de la construction en raison de son incitatif financier qui permet d'amortir rapidement les coûts d'investissement en réduisant les coûts d'opération. Les systèmes de chauffage et climatisation en sont un exemple (J. Cliche, conversation téléphonique, 17 janvier 2019). Ces types d'investissement peuvent se traduire par une meilleure isolation, des systèmes de chauffage moins énergivores et une augmentation de l'étanchéité des bâtiments. Transition énergétique Québec prévoit investir, entre 2018 et 2023, 6 milliards \$ en transition énergétique et entreprendre 225 mesures durant cette période dont 14 pour le secteur résidentiel. Le but ultime est d'améliorer l'efficacité énergétique

globale du Québec de 15 % de 2013 à 2030 (Transition énergétique Québec, 2018). Dans le secteur du bâtiment résidentiel, cette initiative provient d'une volonté d'alimenter le secteur presque exclusivement par des énergies renouvelables et d'implanter, dans le marché, une culture d'efficacité énergétique améliorant la performance globale du bâtiment (Transition énergétique Québec, 2018).

Les technologies intégrées aux habitations peuvent aider à mieux contrôler la température ambiante des lieux de vie, permettant ainsi de réaliser des économies d'énergie. Il existe deux types de technologies pour le chauffage et la climatisation : les passives, ne nécessitant pas d'entretien et les actives, ayant besoin de maintenance (Roy, 2015).

Les technologies passives

L'orientation de la majorité de la fenestration vers le sud, qui crée un apport énergétique solaire, est l'une des technologies passives les plus simples à implémenter (APCHQ, s. d.). Jumelée à l'installation de fenêtres à haut rendement énergétique, cette initiative permet une meilleure isolation ainsi qu'une source de chauffage naturelle (Roy, 2015).

De manière générale, les constructions sont isolées selon le minimum prescrit au code du bâtiment (Roy, 2015). Il est conseillé, pour une meilleure efficacité énergétique, de choisir un isolant dont le rendement est supérieur à la norme minimale (au moins R-30 ou R-40 pour les murs et R-60 pour le toit) (Roy, 2015). Généralement, 32 % des pertes de chaleur proviennent des ouvertures telles que les portes et les fenêtres, 17 % par les murs hors terre et 15 % par les murs de sous-sol (voir figure 1.1) (Transition énergétique Québec, 2017). L'isolation et l'achat de portes et fenêtres à faible émissivité sont des solutions permettant d'améliorer grandement l'efficacité énergétique d'une habitation. Ces exemples de technologies passives peuvent améliorer considérablement la qualité de vie d'un résident. Ainsi, l'orientation des fenêtres au sud amène de la lumière pour une grande partie de la journée, ce qui a des bienfaits sur la santé et le bien-être des résidents (Lesage, 2013). De plus, une bonne isolation permet à un propriétaire immobilier de réduire ses frais de chauffage et de climatisation lorsque ceux-ci sont inclus dans le prix de location d'une unité. L'isolation sonore permet aussi d'atténuer le niveau de plaintes et augmente le confort du résident. Ces solutions, bien qu'elles requièrent un investissement supérieur, sont simples à implanter et ne nécessitent pas beaucoup d'entretien.

Les technologies actives

En ce qui concerne les technologies actives, plusieurs d'entre elles permettent aujourd'hui de régulariser, en temps réel, des fonctions d'un bâtiment : l'éclairage, le chauffage, l'humidité, la climatisation, la sécurité, la protection incendie, les fenêtres, les appareils multimédias, la communication, les électroménagers, la géothermie, les panneaux solaires, la récupération des eaux, etc. (Écohabitation, 2011). Ces technologies, lorsqu'elles sont intégrées à un espace de vie, créent un habitat pouvant être qualifié de maison intelligente. Ce concept permet à une multitude de technologies d'être reliées entre elles par un système à puces permettant de toutes les contrôler avec une seule plateforme, que ce soit à domicile ou via une application (Écohabitation, 2011). Cette interaction entre le bâtiment, la technologie et les comportements humains permet d'optimiser les fonctions d'une résidence, et donc d'économiser de l'énergie (Circle Economy, 2015) (Écohabitation, 2011).

Au Québec, le projet Maison productive House, ayant vu le jour dans le quartier Pointe-Saint-Charles à Montréal, intègre en partie ces technologies, ainsi que des technologies passives telles que l'orientation des fenêtres, une bonne isolation, l'installation de panneaux solaires, d'un système de géothermie, d'un système de récupération de chaleur et d'un système de récupération d'eaux de pluie et d'eaux grises, assurant ainsi entre 60 et 80 % d'autonomie énergétique aux bâtiments (Écohabitation, 2011) (Écohabitation, 2010). L'intégration de ces technologies à ce projet, lequel comprend 5 appartements, 3 maisons de ville, une boulangerie ainsi que des serres productives, permet aux résidents de réduire de 50 % leur empreinte écologique (Écohabitation, 2010).

Afin de faciliter la sélection de technologies actives telles que les chauffe-eaux et les climatiseurs, il existe des certifications qui peuvent aider à faire des choix d'appareils à faible émissivité énergétique, c'est-à-dire écoénergétiques. L'une des plus reconnues est ENERGY STAR dont les appareils certifiés se classent, habituellement, parmi les 15 à 30 % des plus écoénergétiques sur le marché (Ressources naturelles Canada, 2019).

2.3.3 La diminution de la consommation d'eau : la consommation responsable

Cette stratégie a pour but de favoriser l'économie de la consommation d'eau. Pour atteindre celle-ci, l'utilisation d'accessoires de plomberie économes ainsi que les systèmes de récupération des eaux grises sont grandement utiles.

Les accessoires de plomberie

En appliquant des principes circulaires, la consommation d'eau peut être facilement réduite. Plusieurs accessoires de plomberie peuvent être achetés, tels que des aérateurs de robinetterie permettant une moins grande densité d'eau lors de l'écoulement (Hydro-Québec, s. d.c). Le même principe peut être appliqué aux douches, en achetant des pommes de douche à faible débit d'eau, lesquelles utilisent un maximum de 6,6 l d'eau par minute (Écohabitation, 2018). Les pommes de douche et aérateurs de robinet peuvent réduire le débit d'eau de 40 % par minute (Hydro-Québec, s. d.c). L'achat de toilettes à faible débit aide aussi grandement à la réduction de l'utilisation de l'eau (Paquin, 2017) (Boyer, 2013). En effet, une toilette de 6 l peut réduire de 50 % à 70 % l'utilisation de l'eau de toilette par année, comparativement à un appareil conventionnel de 13 l ou 18 l (Corporation des maîtres mécaniciens en tuyauterie du Québec, s. d.). Pour guider les acheteurs, les certifications LEED, WaterSense et *Maximum Performance Testing Program* (MaP) assurent que l'utilisation d'un appareil à faible débit demeure performante (Écohabitation, 2016b). Afin de créer un levier à l'achat de ces nouveaux appareils, les municipalités peuvent mettre en place des incitatifs financiers. Par exemple, la Ville de Pointe-Claire a mis sur pied un programme qui permet aux citoyens voulant remplacer leur toilette standard par une toilette à faible débit de bénéficier d'un financement pouvant aller jusqu'à 90 \$ (Pointe-Claire, s. d.). Le site d'Hydro-Québec offre un guide éduquant les utilisateurs sur les bénéfices de ces accessoires.

Le système de récupération des eaux grises

L'installation d'un système de récupération des eaux grises permet également d'économiser de l'eau. Ces systèmes récupèrent les eaux grises provenant du lavage, des lavabos, des baignoires ainsi que des douches et rendent ces eaux claires et sans odeur, pouvant alors être redistribuées dans les toilettes ainsi que dans les systèmes d'irrigation extérieurs (Aquatis, s. d.a). Si le complexe résidentiel multilogements prévoit un espace pour laver les voitures, l'eau grise réutilisable peut aussi être redistribuée dans un système d'approvisionnement spécialement fait pour cette activité (Aqartis, s. d.a). La figure 2.4 ci-dessous permet de mieux comprendre le fonctionnement d'un tel système.

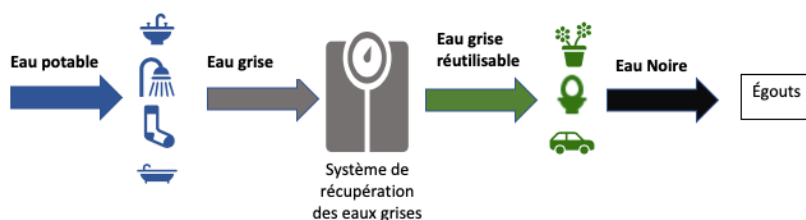


Figure 2.4 Fonctionnement d'un système de récupération des eaux grises (modifié de : Zizi, 2013)

L'implantation d'un tel système dans un complexe résidentiel multilogements comprenant 12 logements peut permettre d'économiser jusqu'à 1 300 000 l d'eau potable par année (Zizi, 2013). Le projet Loggia Urbaine, situé à Saint-Hubert, est un bon exemple de projet résidentiel multilogements ayant installé ce genre de technologie. Son système permet de capter l'eau des baignoires, éviers et douches des 13 logements pour la filtrer et la réutiliser dans les toilettes (Aquatis, s. d.b). Ce type de technologie permet de créer une boucle d'approvisionnement courte à même le bâtiment et réduire l'empreinte environnementale de celui-ci.

OPTIMISER

L'objectif d'optimisation, dans la phase d'utilisation d'un bâtiment résidentiel multilogements, se traduit par l'intégration des trois sous-objectifs qui lui sont affiliés : l'utilisation plus fréquente des produits, la prolongation de la durée de vie du bâtiment et de ses composantes ainsi que l'octroi d'une nouvelle vie aux ressources.

2.3.4 L'utilisation plus fréquente des produits

L'utilisation plus fréquente du produit se fait majoritairement à travers l'optimisation de l'occupation de l'espace.

L'optimisation de l'utilisation de l'espace : l'économie collaborative

L'économie collaborative permet de maximiser l'utilisation d'un bien ou d'un service en circulation sur le marché (Québec Circulaire, s. d.). Dans le cas de logements, ce principe se traduit par l'optimisation de l'utilisation de l'espace. Les plateformes d'économie de partage telles que Airbnb permettent de mettre facilement en lien les locateurs et les locataires. Lorsqu'un logement est vacant sur une brève période de temps, l'utilisation de l'espace peut être maximisée par la location à court terme (ADEME, 2016). Cette nouvelle façon de louer un logement permet donc un meilleur taux d'occupation de l'espace. À plus grande échelle, la Ville de Bruxelles a mis en place une plateforme appelée Occupation temporaire de particuliers à particuliers pour la location d'espaces utilisés à des fins de projets temporaires. Cette plateforme permet non pas de mettre en lien l'offre et la demande, mais bien d'offrir aux utilisateurs la possibilité de se renseigner sur leurs droits, sur la législation en vigueur dans le secteur ainsi que sur les bénéfices d'une telle initiative (Occupation temporaire, 2018). Ce type de plateforme encourage le développement de l'économie collaborative.

Les bâtisses résidentielles multilogements peuvent être amenées à être remodelées pour mieux servir à certains usages. L'une des solutions pouvant être envisagées pour améliorer la sobriété ainsi que la modularité d'une unité d'habitation est le Co-Living. On retrouve principalement ce modèle d'habitation dans les grandes villes américaines, telles que San Francisco, où les loyers et le coût de la vie sont très élevés. Le Co-Living offre un espace d'habitation partagé par plusieurs locataires louant une chambre à travers une plateforme telle que HubHaus, Tribe, The Collective, etc. (Robinson, 2017). Ces plateformes permettent aux locataires de louer mensuellement une chambre dans une maison ou dans un bâtiment résidentiel multilogements (The Collective, s. d.). Ces initiatives sont majoritairement développées pour une clientèle de jeunes entrepreneurs partageant des idées dans un milieu de vie créatif. À Montréal, la compagnie *Nomad coliving* offre un service semblable (Nomad coliving, s. d.). Ces espaces sont souvent constitués d'une seule cuisine et d'espaces de vie communs. Cependant, le concept a été partiellement adapté aux bâtiments résidentiels multilogements par le *Property Markets Group* (PMG), qui construit de plus petits espaces de vie privés pour laisser majoritairement la place à des espaces communs (PMG, s. d.). Cette philosophie a été implémentée dans leur projet de Miami Echo Brick (Peters, 2017). Bien que ces logements soient luxueux, le principe peut être adapté à des projets plus conventionnels. Pour que la modulation soit aisément réalisable au niveau des bâtiments multilogements, il faut qu'il y ait une réversibilité des séparations dans les espaces communs, une facilité d'évolution ou de remplacement des mécanismes du bâtiment (climatisation, échangeurs d'air, système de chauffage, etc.), mais aussi un démontage facile des composantes du logement (Alliance HQE-GBC France, 2018).

Le télétravail et les multiusages d'un espace

Le télétravail est encore peu fréquent au Québec. Les données sur cette pratique ne sont pas nombreuses et commencent à dater. En 2001, il a été estimé qu'environ 4 % des Québécois faisaient du télétravail, dont 58,8 % étaient des travailleurs autonomes (Tanguay et Lachapelle, 2018). Le travail à la maison comporte plusieurs avantages, notamment un horaire du temps plus flexible ainsi qu'une meilleure satisfaction et motivation au travail (Tanguay et Lachapelle, 2018). Sur le plan environnemental, le télétravail réduit le nombre de déplacements en voiture et le temps passé dans les transports. À Montréal, il est estimé qu'un habitant de l'île prend environ 28 minutes à se déplacer de chez lui à son lieu de travail, tandis qu'un habitant de la banlieue proche prend environ 34 minutes (Statistique Canada, 2010). Ce temps passé dans les transports est donc diminué, ce qui pourrait permettre, à grande échelle, de réduire la congestion (Tanguay et Lachapelle, 2018). Un autre impact pouvant découler du télétravail est la réduction d'espaces à bureaux (Tanguay et Lachapelle, 2018). Si la majorité des employés d'une entreprise

travaillaient à partir de leur domicile, ceux-ci n'auraient plus nécessairement besoin d'un espace de bureau. De ce fait, chaque travailleur optimiserait l'utilisation de son espace de vie (Tanguay et Lachapelle, 2018).

2.3.5 Le prolongement de la durée de vie des produits et des composantes

Le prolongement de la durée de vie d'un bâtiment est très important dans une optique circulaire. C'est grâce à des services d'économie de fonctionnalité, à la rénovation, à l'évolution et la modularité d'un bâtiment, ainsi qu'à la réparation et au bon entretien d'un bâtiment qu'un utilisateur peut atteindre ce sous-objectif.

La location des équipements : l'économie de fonctionnalité

Lors de la phase d'utilisation, l'économie de fonctionnalité se traduit, pour le propriétaire ou locataire, par le choix de services de location d'équipements liés à la mécanique du bâtiment ou à l'aménagement intérieur de l'édifice. Par exemple, pour meubler l'édifice CIRCL à Amsterdam, un partenariat a été établi avec la compagnie de meuble Mass Modern. Cette dernière fournit à CIRCL, à titre de service, le mobilier dit « vintage » dans les espaces communs de son immeuble, ce qui lui permet, en retour, d'entreposer et d'exposer ses meubles (Circle Economy & ABN AMRO, 2017). Ceci pourrait être appliqué aux espaces communs des édifices multilogements, comme les halls d'entrée.

Outre le mobilier, les appareils d'exercice qu'on retrouve dans les salles d'entraînement de plusieurs édifices multilogements pourraient être loués. Des compagnies québécoises, comme Gym Solutions, offrent de tels services (Gym Solutions, s. d.). À plus grande échelle, les espaces d'entraînement de ces édifices peuvent être optimisés en rendant ceux-ci accessibles au grand public. L'un des espaces réservés à l'usage commercial pourrait servir de salle d'entraînement, avec des accès extérieur et intérieur. Cette approche permettrait de maximiser l'utilisation des équipements en offrant un service à une plus grande gamme d'utilisateurs, tout en dynamisant le quartier (Québec circulaire, s. d.).

L'approche de l'économie de fonctionnalité pourrait aussi être appliquée à des composantes du bâtiment, telles que les ascenseurs. Des compagnies comme Mitsubishi offrent un service de transport vertical, c'est-à-dire qu'elles demeurent propriétaires de l'ascenseur et s'occupent de la réparation et de l'entretien de celui-ci. Quant au locataire, un forfait lui est facturé en fonction du nombre de transports effectués par l'ascenseur (Circle Economy & ABN AMRO, 2017). Ce type d'initiative permet à

l'entrepreneur d'offrir un bon service, puisqu'il n'est pas dans son intérêt de laisser ses ascenseurs dans des conditions de mauvais fonctionnement et entretien. De plus, la compagnie, restant propriétaire du bien, a tout intérêt à concevoir ses ascenseurs de manière à pouvoir les démonter facilement afin d'en réutiliser ses composantes en fin de vie (Circle Economy & ABN AMRO, 2017). Ce type d'initiative permet donc de déléguer l'entretien du bâtiment résidentiel tout en créant une circularité des matériaux.

En Europe, la compagnie Philips vend du service d'éclairage. À travers son programme Philips Circular Lighting, la compagnie prend en charge l'installation de ses équipements (Philips, s. d.). Elle reste propriétaire tout au long du cycle de vie de ses équipements, ce qui l'incite à augmenter non seulement la durabilité de ceux-ci, mais aussi leur performance ainsi que leur écoconception. Les équipements sont repris à la fin du contrat et réutilisés ou démantelés (Philips, s. d.).

La rénovation plutôt que la nouvelle construction

Lorsqu'un bâtiment ne répond plus à la demande et qu'il est rendu désuet, la rénovation est à privilégier plutôt que la démolition et la construction à neuf. Cette stratégie permet d'allonger la durée de vie du bâtiment. Une étude réalisée par *The National Trust for Historic Preservation* démontre qu'il est souvent plus bénéfique, en ce qui concerne les changements climatiques et l'environnement, de rénover que de construire des bâtiments neufs, même s'ils sont plus écoénergétiques, et ce, peu importe le climat ou la situation (Preservation Lab, 2016). Effectivement, dans les villes de Chicago et de Portland, il faut respectivement 16 et 20 ans, en moyenne, pour qu'une nouvelle construction pallie son apport de CO₂ engendré lors de sa construction (Preservation Lab, 2016). Toutefois, il est important de considérer le type de rénovation. Les changements d'usage, par exemple transformer une ancienne usine en habitation, nécessitent un plus grand nombre de matières que lorsque l'usage reste le même (Preservation Lab, 2016). Dans ce cas, il est pertinent de faire une ACV du projet afin d'évaluer l'impact environnemental de celui-ci. Au Québec, la pratique de la rénovation est encouragée par des crédits d'impôt à connotation environnementale, tels que ÉcoRénov, LogiRénov et RénoVert (APCHQ, 2018). L'échelle des travaux de rénovation a toujours une incidence sur l'impact environnemental qu'elle entraîne.

L'évolution du bâtiment et sa modularité

Afin qu'un bâtiment puisse bien vieillir dans le temps, il est important qu'il soit facilement modulable, c'est-à-dire que son usage puisse être réversible afin de répondre à divers besoins au fil du temps (Alliance HQE- GBC France, 2018). Cette modulation permet de contrer partiellement les phénomènes de mode

inévitables au fil du temps, ce qui atténue l'obsolescence du bâtiment (Alliance HQE-GBC France, 2018). Le marché immobilier comporte des risques, comme tout autre marché. La fluctuation de la demande dans le temps peut amener des besoins sociétaux divers. La durée de vie moyenne d'un bâtiment n'est que de 70 à 75 ans (Pronovost, 2012). Ce chiffre pourrait être beaucoup plus élevé si les bâtiments étaient plus modulables et adaptables aux besoins sociétaux évolutifs. Effectivement, une étude menée par l'institut Athéna, dans les environs de la ville de Minneapolis, entre 2000 et 2003, a démontré que parmi 227 bâtiments démolis étudiés, 35 % d'entre eux ont été détruits pour bâtir un nouveau développement et 22 % l'ont été parce qu'ils ne répondaient plus aux besoins de leurs propriétaires (the Athena Institut, 2004). De ce fait, 57 % des démolitions n'avaient aucun lien avec l'état actuel du bâtiment, mais plutôt avec l'usage de celui-ci (Pronovost, 2012).

L'entretien et la réparation d'un bâtiment

L'entretien et la réparation sont deux stratégies permettant de prolonger la durée de vie d'un bâtiment et de ses équipements (Québec Circulaire, s. d.). Ils peuvent permettre d'éviter l'usure précoce des composantes d'un bâtiment (Athassiadis, 2017). Lors de la phase d'utilisation, il est inévitable que des bris surviennent, entraînant nécessairement la réparation ou le remplacement de l'objet en question. Cependant, selon le principe de l'économie circulaire, il est toujours mieux de réparer que de remplacer l'équipement, le matériau ou la composante, permettant à ceux-ci de rester le plus longtemps possible dans leur phase d'utilisation (Athassiadis, 2017).

Selon les engagements contractuels, ces stratégies seront appliquées par l'utilisateur, le fabricant, le distributeur ou un organisme spécialisé (Québec Circulaire, s. d.). L'économie de fonctionnalité vient redéfinir les rôles et les relations entre ces différents acteurs. Par exemple, si l'ascenseur est loué dans le cadre d'un contrat reposant sur l'économie de fonctionnalité et que le service d'entretien et de réparation est ainsi assumé par le manufacturier, l'utilisateur n'a donc pas besoin de se préoccuper de ces tâches et de contacter un organisme spécialisé dans la réparation d'ascenseur. Il y a donc une décharge de responsabilité, selon les contrats d'achat ou de location, des composantes du bâtiment.

En Europe, certaines entreprises, par exemple les Sociétés de Service en Efficacité Énergétique (SSEE), offrent non seulement des prestations de services opérationnels, mais aussi de maintenance (ADEME, 2017b). Leur but est d'optimiser l'efficacité énergétique en rénovant des bâtiments, en optimisant des systèmes, en entretenant des équipements, etc. Leur gamme de services est donc large, mais la

rémunération se fait toujours en fonction des économies d'énergie engendrées par leurs actions (ADEME, 2017b). Ce type d'engagement serviciel permet un maintien optimal des composantes d'un édifice.

La manière de gérer les réparations peut avoir beaucoup d'impacts environnementaux. En effet, il est de mise de privilégier la réparation, la réutilisation et le réemploi au lieu de jeter et remplacer un matériau ou une composante du bâtiment. Pour ce faire, il faut que les produits et les matériaux choisis lors de la phase de la conception et de la construction soient facilement démontables et réparables, d'où l'importance de choisir des composantes écoconçues. Mais encore, il est tout aussi important de faire le choix de matériaux durables lors de la phase de conception, afin d'allonger la durée de vie, non seulement des matériaux, mais aussi du bâtiment (Athassiadis, 2017). Cependant, la réparation d'un objet peut parfois être plus onéreuse que son remplacement, ce qui constitue un frein à la circularité (Québec Circulaire, s. d.).

Le propriétaire d'un bâtiment résidentiel multilogements a souvent la responsabilité de s'occuper de la maintenance des aires communes, de la structure du bâtiment et de la mécanique du bâtiment. Cependant, ce sont les résidents qui ont le devoir de maintenir leur logement en bon état. Par ailleurs, la diversité des habitants peut amener des habitudes de vie et un niveau de salubrité variables. Il pourrait être pertinent d'établir des contrats plus précis sur l'entretien des composantes d'un logement entre locataires et locataires. Ce pacte aiderait à assurer un bon entretien de la bâtisse ainsi que la sécurité et la santé des résidents (A. Bourassa, conversation téléphonique, 28 mars 2018).

2.3.6 Donner une nouvelle vie aux ressources

Ce sous-objectif se traduit principalement par l'établissement d'une bonne gestion des matières résiduelles générées par les résidents.

La gestion des matières résiduelles

La gestion des matières résiduelles comporte un grand nombre de défis lorsqu'elle s'applique à des habitations multilogements, spécialement si celles-ci n'ont pas d'infrastructures adaptées pour faire la collecte à trois voies. Cependant, plusieurs solutions sont possibles pour faciliter la gestion des matières résiduelles d'un bâtiment afin de tendre vers le mouvement zéro déchet. L'initiative du *Mayfair on the Green*, situé à Scarborough, dans la région de Toronto, en est un bon exemple. Cet édifice de plus de 25 ans comprend 283 unités et loge environ 1 000 résidents (TEA, 2017). Le taux de matières résiduelles

envoyées à l'enfouissement est estimé à 15 % comparativement à une moyenne de 72 % pour les multilogements torontois (TEA, 2017). Plusieurs services ont été mis en place afin de permettre un meilleur tri à la source. Afin de faciliter le processus de collecte des matières résiduelles, la chute à déchets a été convertie en chute pour les matières organiques. Des sacs de recyclage sont donnés gratuitement aux résidents à chaque semaine. Une fois remplis, ils sont déposés à l'étage du concierge afin d'être inspectés pour s'assurer que tout ce qu'ils contiennent est recyclable. De plus, d'autres types de collectes sont offerts. Les batteries, les appareils électroniques, les médicaments et l'huile à cuisson sont récoltés dans un espace collectif. L'huile à cuisson n'est donc plus jetée dans les éviers, permettant de diminuer la fréquence de nettoyage des drains et de faire du profit en vendant l'huile pour produire du biodiesel (TEA, 2017). De plus, un espace commun est prévu pour l'échange d'objets. Lorsqu'un résident veut se débarrasser, par exemple, d'un chaudron, il peut le laisser dans l'espace désigné et un autre résident peut en prendre possession. Ces multiples initiatives, jumelées avec des incitatifs éducatifs ainsi qu'un personnel dévoué, peuvent faciliter le tri à la source des matières résiduelles ménagères et améliorer le taux de récupération et de recyclage. L'information, la sensibilisation et l'éducation (ISÉ) sont importantes pour la participation des résidents, mais aussi pour les gestionnaires d'immeubles (RECYC-QUÉBEC, s. d.b). Un guide de bonnes pratiques en gestion des matières résiduelles est distribué aux résidents du *Mayfair*, mais aussi aux gestionnaires d'immeubles, afin de les renseigner et de les sensibiliser. De plus, des affiches décrivant les jours et les types de collectes informent les résidents (RECYC-QUÉBEC, s. d.b). Cette nouvelle façon de fonctionner a permis au *Mayfair on the Green* de passer d'une dépense de 20 000 \$ à 5 000 \$ par année et de 20 à un conteneur par mois pour leurs services de collecte de déchets (TEA, s. d.c). Ce type d'initiatives est idéal lorsqu'un entrepreneur ne veut pas faire d'investissements importants en équipements de collecte.

2.4 La fin de vie

Lors de la fin de vie d'un bâtiment, les solutions sont moins nombreuses. Toutefois, la façon dont le bâtiment est démonté ainsi que le sort des matériaux sont primordiaux, car c'est à cet instant que la circularité se fait et que les ressources emmagasinées dans l'immeuble doivent revenir en circulation sur le marché, afin de créer un flux circulaire de matières (Demers, 2013).

OPTIMISER

Dans la phase de fin de vie d'un bâtiment résidentiel multilogements, le plus grand bénéfice circulaire pouvant être réalisé est la remise en circularité des matériaux emmagasinés dans la structure.

2.4.1 Donner une nouvelle vie aux ressources

Afin de donner une seconde vie aux matériaux de construction, la déconstruction d'un édifice est à privilégier dans une optique circulaire. Par ailleurs, s'il n'y a pas de marché pour ce type de matériaux, les bénéfices de la déconstruction sont atténués, car pour que ces ressources bénéficient d'une seconde vie, il faut non seulement les rendre disponibles, mais en trouver preneur.

La déconstruction

L'une des pratiques circulaires à privilégier vient rejoindre la phase de conception et a trait aux bâtiments démontables. Il faut donc planifier des matériaux résistants et des techniques d'assemblage pouvant être facilement détachables. Cette pratique est encore peu connue et pratiquée au Québec. La déconstruction est à préférer à la démolition, car elle permet de récupérer des matériaux en prévision de les réutiliser ultérieurement tout en prévenant le décyclage (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019). Le décyclage est une technique de recyclage qui amoindrit la valeur intrinsèque d'une matière ne permettant plus de l'utiliser pour faire le même produit (Temmerman, 2015). La déconstruction est considérée comme une pratique plus environnementale que le recyclage des matériaux, car elle produit : « [...] environ 10 fois moins de GES, n'implique aucun réusinage et ne consomme pas d'énergie supplémentaire. » (Demers, 2013, p. 16).

La déconstruction et le réemploi entraînent aussi un avantage économique en créant un marché local (Demers, 2013). Pour un emploi créé lors d'une démolition, dix en sont créés pour la déconstruction. Il y a donc un aspect social qui est intrinsèquement lié à cette pratique. Au lieu d'investir dans de la machinerie et de l'essence pour la faire fonctionner, l'entrepreneur emploie de la main-d'œuvre locale (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019). De plus, c'est une pratique permettant parfois de conserver le patrimoine architectural. À titre d'exemple, dans le cas de la conversion de l'ancien couvent Mont-Jésus-Marie, à Outremont, en condominiums résidentiels, le dégarnissage intérieur a permis de garder les plinthes, les cadres de fenêtres et les portes datant d'environ 200 ans, afin de les réintégrer dans le Bâtiment 7, soit un établissement restauré dans le quartier Pointe-Saint-Charles, qui est à vocation communautaire (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019).

Cependant, comme cela est mentionné dans le diagnostic de la situation, la déconstruction est une pratique encore marginale au Québec (Garon et Fortier, s. d.). Malgré tout, des initiatives émergent petit à petit. Il est pertinent de citer l'exemple de *Mountain Equipment Co-op* qui, pour sa succursale de

Montréal, a déconstruit un bâtiment dont 60 % des matières ont été détournées de l'enfouissement (Garon et Fortier, s. d.). Par ailleurs, selon Sébastien Richer, ancien directeur du 3R MCDQ, c'est la déconstruction sélective mécanisée qui continue d'être prisée au Québec. Cette pratique consiste à : « récupérer les matériaux pour la matière et non pour leur réemploi » (Garon et Fortier, s. d.).

Lors de l'émission d'un permis, les municipalités ont l'occasion de stimuler de bonnes pratiques par l'entremise de critères environnementaux ou d'incitatifs financiers, que ce soit pour une construction, une démolition ou une rénovation (J. Cliche, conversation téléphonique, 17 janvier 2019) (Bérard 2019). Cette instance pourrait donc constituer un levier dans l'implantation de pratiques circulaires dans le secteur du bâtiment résidentiel. Par exemple, à Vancouver, les édifices construits avant 1940 doivent obligatoirement être déconstruits et au moins 75 % des matériaux doivent être recyclés ou réutilisés (Bérard, 2019).

Le réemploi des matériaux

Dans la pratique circulaire, le réemploi des matériaux issus d'une rénovation, transformation ou déconstruction, est perçu comme étant une pratique à favoriser, car il permet de réduire l'extraction de matières premières, en amont du cycle de vie des matériaux, et d'allonger le cycle de vie de ceux qui sont en circulation afin de les utiliser à leur plein potentiel. Cette création de boucles de flux de matières locales que crée le réemploi des matériaux représente une partie intégrante de la stratégie de circularité, car elle laisse les stocks de matières premières intègres et restreint l'accumulation de matières résiduelles tout en continuant de faire évoluer les infrastructures. Cependant, cette pratique soulève maints défis et enjeux, car elle implique l'intégration d'un système pouvant assurer la sécurité des matériaux et leur résistance lors d'une réutilisation. Il faudrait donc créer des banques de données retraçant tous les matériaux et contenant des informations sur leur qualité, leur fonction, leurs usages passés et leur maintenance (DIF, 2018).

Le marché des matériaux de seconde main n'est pas très développé au Québec. Il est donc difficile de promouvoir cette pratique (Demers, 2013). Heureusement, on peut s'inspirer d'initiatives internationales. *Planet Reuse* est une entreprise américaine offrant plusieurs services en matière de réutilisation de matériaux. Cette organisation a développé une plateforme attrayante nommée « Marketplace », qui permet aux consommateurs de chercher et de trouver facilement des matériaux parmi l'inventaire, commercial ou résidentiel, ainsi que d'en mettre en vente. Un service de consultation en matière de

déconstruction est offert pour rendre l'expérience plus accessible. Des experts sont aussi disponibles pour donner des conseils sur l'intégration de ces matières dans l'architecture d'un édifice (PlanetReuse, 2019). Ce genre d'initiative permet de créer un marché attrayant pour les matériaux de second usage, tout en facilitant le lien entre les vendeurs et les acheteurs. En plus de sauver du temps de recherche, ce service facilite l'intégration harmonieuse de ces matériaux dans le bâtiment (PlanetReuse, 2019).

Un autre exemple est *Second Use*, une compagnie américaine œuvrant à Seattle et Tacoma. Elle détient deux magasins où sont récoltés et entreposés les matériaux de seconde main. Un travail d'inventaire est effectué afin de faciliter l'expérience des clients (Second Use, 2017a). Ces matières sont alors mises en valeur et accessibles de manière efficace (Demers, 2013). De plus, le bon entreposage des matériaux permet de certifier leur qualité, car ceux-ci sont à l'abri des intempéries. Un service de récupération de matières est aussi offert afin d'aider à la déconstruction, permettant de détourner plus de 3 000 tonnes de matières de l'élimination chaque année (Second Use, 2017b). Effectivement, un groupe d'employés viennent démonter et récupérer les matériaux réutilisables afin de les remettre en circuit. Ces entreprises mettent de l'avant les matériaux de seconde main, non pas comme des matières résiduelles, comme c'est souvent le cas au Québec, mais bien des matières de qualité (Demers, 2013). Ce type d'initiative permet souvent de créer des boucles de circularité locales, car les matériaux sont habituellement récoltés non loin de la source où ils sont vendus.

Peu d'exemples à propos de bâtiments résidentiels multilogements sont mis de l'avant dans la revue littéraire à l'international ; ce sont plutôt des bâtiments publics qui sont cités à titre de modèles. L'un des plus innovants, en ce qui concerne la circularité des matières, est le bâtiment CIRCL. Plusieurs matériaux ont été réutilisés lors de sa construction. Les murs du sous-sol sont notamment composés d'anciens cadres de fenêtres provenant d'une industrie Philips. Le plancher du même étage ainsi que certains murs ont été fabriqués à partir de bois issus de différents projets de démolition et rénovation (Circle Economy et ABN AMRO, 2017). Au Québec, l'entreprise RECYC-QUÉBEC a réemployé pour la rénovation de son siège social des matériaux tels que les portes d'une ancienne clinique de santé démolie, ainsi que des portes-patio transformées pour créer des fenêtres intérieures (RECYC-QUÉBEC, 2018a).

D'autres initiatives québécoises permettent de faciliter le réemploi des matériaux. Ainsi, RECYC-QUÉBEC a lancé en 2016 un appel de propositions pour financer des projets de réduction à la source des matériaux de construction (RECYC-QUÉBEC, s. d.c). Cet appel de propositions vise particulièrement l'écogestion de

chantier et a pour but de : « prévenir l'utilisation de matériaux neufs et le gaspillage, la perte, la dégradation ou le rejet de matériaux, et ce à n'importe quelle étape du cycle de vie d'un bâtiment. » (RECYC-QUÉBEC, s. d.c) Les projets incluent entre autres la déconstruction sélective des bâtiments. Cette initiative permet d'encourager les entreprises et entrepreneurs à entreprendre des projets environnementaux et à développer les bonnes pratiques sur le territoire.

Le projet de la matériauthèque Ré-Utiles a notamment été soutenue dans le cadre de cet appel de proposition de RECYC-QUÉBEC (Ré-Utiles, s. d.). Cette matériauthèque se situe aux Îles-de-la-Madeleine, un territoire isolé. De ce fait, avant l'implantation du projet, les matériaux de construction ne provenaient pas de l'île et les résidus de CRD étaient majoritairement envoyés à l'extérieur du territoire (Ré-Utiles, s. d.). L'implantation d'une matériauthèque a permis de créer une certaine circularité des matériaux et donc, un approvisionnement local (Ré-Utiles, s. d.). De plus, un guide de déconstruction a été produit pour éduquer les acteurs du secteur sur la bonne manière de démanteler des matériaux afin de conserver leur qualité.

Dans la même veine, la matériauthèque Écochantier, située dans le Bas-Saint-Laurent, offre des matériaux de construction conventionnels et patrimoniaux. La spécificité de cette initiative est qu'il y a une boutique en ligne, ce qui permet de visionner les matériaux et de voir l'inventaire. De plus, ce projet initié par Co-éco et subventionné par RECYC-QUÉBEC est composé de deux centres de réemploi : un à Saint-Pascal et l'autre à Rivière-du-Loup. (Écochantier, s. d.)

Afin de résumer les deux premières parties de cet essai, le tableau 2.1 permet de visualiser de manière abrégée les problématiques soulevées dans la première partie et les solutions leur étant affiliées.

Tableau 2.1 Résumé des problématiques ainsi que des solutions

Phases	Problématiques	Solutions
Conception	L'étalement urbain	
	L'intégration d'un bâtiment dans son environnement : L'absence de réglementation sur les écoquartiers et les multiusages	L'agriculture urbaine : Optimisation des espaces non utilisés pour la production de biens comestibles
		L'écologie industrielle et territoriale : L'échange de flux d'énergie
		Les écoquartiers : La dynamisation d'un quartier par l'intégration de principes circulaires
		Les services de proximité et multiusages : Les multiusages du bâtiment
	La responsabilité professionnelle et le facteur temps : Le temps, c'est de l'argent	La création de valeurs environnementales
	Les certifications : non adaptées pour le climat et les conditions provinciales	Les certifications : La mise en place de certifications locales
	Le choix des matériaux : Le marché du biosourcé peu développé	L'écoconception des composantes d'un bâtiment : Choix de matériaux facilement démontables et réutilisables
L'approvisionnement responsable en matériaux : Choix de matériaux		
Les bâtiments à carbone zéro : L'élimination de l'empreinte carbone et réduction des émissions de GES		
Construction	La pollution atmosphérique générée par les chantiers	La gestion de la pollution générée sur les chantiers : Le plan de contrôle d'érosion des sols et gestion des transports
		La gestion des matières résiduelles sur le chantier : Le recyclage et la valorisation
	Le transport des employés : Le transport individuel	Le transport des employés : Le transport en commun ou collectif
		L'utilisation d'un logiciel BIM
		L'optimisation de la machinerie sur un chantier : La plateforme d'économie de partage
	La location de services : L'économie de fonctionnalité	

Tableau 2.1 Résumé des problématiques ainsi que des solutions (suite)

Phases	Problématiques	Solutions
Utilisation	L'usage non optimisé : La petite taille de ménage par logement	Le télétravail et les multiusages d'un espace
	Les technologies : Les difficultés d'apprentissage	
	L'insalubrité : Le mauvais entretien des logements	L'entretien et la réparation d'un bâtiment
	La gestion des matières résiduelles ménagères : La complexité de recourir à un service de collecte complet	La gestion des matières résiduelles : Viser le zéro déchet
	La consommation d'eau : La consommation importante d'eau par habitant	Le système de récupération des eaux grises
		Les accessoires de plomberie : L'économie d'eau
	La consommation énergétique : L'augmentation de la consommation énergétique du secteur et les pertes énergétiques	Les technologies passives
		Les technologies actives
		La récupération de chaleur d'eau
	La rénovation : L'attrait pour le neuf	La rénovation plutôt que la nouvelle construction
	La location des équipements : L'économie de fonctionnalité	
Fin de vie	La démolition et la déconstruction : Les facteurs économiques et temporels, l'absence du marché du réemploi, l'absence de compagnies de déconstruction, la législation du secteur de la construction et les normes de sécurité	La déconstruction : La création d'un marché
	Les matières résiduelles : Le marché précaire et une complexité de valorisation de certains matériaux	Le réemploi des matériaux







3. LA SÉLECTION DES SOLUTIONS

Dans la section suivante, une analyse multicritère sera effectuée afin de mettre en lumière les solutions les plus pertinentes pour le contexte québécois. Par la suite, des recommandations générales seront proposées afin d'accélérer le processus d'implantation de l'économie circulaire dans le domaine de la construction résidentielle au Québec.

3.1 L'analyse multicritère

Le diagnostic de la situation ainsi que les différentes solutions applicables au domaine de la construction résidentielle multilogements ont permis de bien comprendre l'état de la situation actuelle ainsi que les solutions adéquates pour rendre cette industrie plus circulaire. Dans la partie suivante, une analyse multicritère permettra de cibler les solutions les mieux adaptées pour les immeubles résidentiels multilogements québécois, ce qui permettra d'élaborer un guide des pratiques innovantes adaptées au contexte provincial. Cette analyse permettra de faire ressortir les solutions les plus pertinentes à l'aide de 6 critères. Le tableau 3.1 présente chacun d'entre eux à l'aide d'un descriptif ainsi qu'un système de pointage allant de 1 à 3. Dans cette analyse, 3 correspond au meilleur scénario et 1, au pire. De ce fait, plus le pointage d'un critère est élevé, meilleure est la solution.

Tableau 3.1 Description des critères et méthodologie de pointage

Critère	Descriptif	Pointage
 Difficultés technologiques	Défis technologiques liés à l'implantation de la solution	3 : Pas de technologie nécessaire 2 : Adaptation d'une technologie 1 : Implantation d'une nouvelle technologie
 Difficultés administratives /palier de gouvernance et coordination	Difficulté d'implantation de la stratégie circulaire, nombre d'acteurs devant être impliqués et difficulté d'intégration pour chacun	3 : Difficultés administratives faibles et peu d'acteurs et facilement joignables (gouvernements, municipalités, mise sur pied d'un comité de gestion, etc.) 2 : Difficultés administratives moyennes et nombre d'acteurs assez élevé et modérément atteignables (entrepreneurs, municipalités, utilisateurs) 1 : Difficultés administratives élevées et grand nombre d'acteurs difficilement atteignables (entrepreneurs ou utilisateurs)
 Investissements financiers	Investissement initial et coûts opérationnels associés au déploiement de la solution	3 : Investissement faible 2 : Investissement moyen 1 : Investissement élevé
 Niveau de circularité	Niveau hiérarchique de la solution suivant les principes de l'économie circulaire	3 : Solution en amont : Repenser le processus de construction affectant les pratiques du secteur. Action pivot nécessaire à la circularité du secteur 2 : Solution en aval : Utiliser les produits plus fréquemment ou prolonger la durée de vie des produits et des composantes. Actions permettant d'accélérer la circularité du secteur 1 : Solution en aval : Donner une nouvelle vie aux ressources par le recyclage, la valorisation, la récupération, le compostage et l'écologie industrielle. Actions accompagnant la circularité du secteur
 Retombées environnementales	Retombées environnementales liées au déploiement de la solution : diminution de l'extraction de matières premières, diminution d'émission de GES	3 : Grandes retombées environnementales 2 : Moyennes retombées environnementales 1 : Peu de retombées environnementales
 Durée du déploiement	Le temps nécessaire au déploiement de la solution	3 : Déploiement sur moins d'un an 2 : Déploiement sur 1 à 2 ans 1 : Déploiement sur plus de 2 ans

L'objectif de cette partie étant d'identifier les solutions les plus facilement applicables et les mieux adaptées à l'environnement de la construction québécoise, c'est-à-dire qui ont des retombées environnementales élevées, pour un investissement, un niveau technologique et un niveau administratif faibles, la pondération a été calculée de manière à faire ressortir ces critères. Effectivement, pour obtenir une solution efficace, il est primordial que celle-ci ait un maximum de retombées environnementales afin que les ressources financières et administratives soient utilisées à leur plein potentiel. Les critères difficultés technologiques, difficultés administratives et investissements financiers ont été jumelés pour créer une moyenne. Celle-ci regroupe donc les trois sphères en vue d'évaluer la difficulté d'implantation de la solution.

Cette moyenne est regroupée sous un critère nommé difficulté d'implantation. L'équation ci-dessous permet de déterminer ce nouveau critère :

Difficulté d'implantation = (Difficulté technologiques + Difficultés administratives + Investissements financiers / 3) *2

En ce qui concerne la pondération, les retombées environnementales ainsi que la difficulté d'implantation ressortent avec une pondération de 2, car elles sont plus importantes que le niveau de circularité ainsi que la durée du déploiement qui, eux, sont considérés comme des bénéfices additionnels, et ont donc une pondération de 1. Pour mieux illustrer ces propos, l'équation ci-dessous résume le calcul appliqué afin d'arriver à la note finale.

Note finale = Difficulté d'implantation + Niveau de circularité + (Retombées environnementales *2) + Durée du déploiement







Il est important que le lecteur prenne note qu'une certaine subjectivité s'applique à la notation de l'analyse multicritère, car il n'y a pas d'ACV et d'analyse de flux de matière (AFM) réalisées pour chacune des solutions proposées. Il n'y a donc pas d'analyse exhaustive de chaque impact engendré par les solutions. Cependant, les notations de chacune des solutions ont été basées sur les multiples entrevues ainsi que la revue littéraire consultée qui ont servi à la rédaction de cet essai. De plus, l'échelle de notation de 1 à 3 facilite cette tâche, car il n'y a pas de point neutre dans celle-ci, le 2 tranchant entre le 1 et le 3 signifiant une note moyenne. De ce fait, il est plus facile d'attribuer une note en procédant à des comparaisons entre les solutions. Par exemple, la conception d'un écoquartier nécessite une grande

difficulté administrative, car elle implique plusieurs acteurs à plusieurs niveaux (entrepreneurs, citoyens, municipalités, parfois le gouvernement). Si l'écoquartier est comparé à l'intégration de services de proximité et de multiusages, ses difficultés administratives sont beaucoup plus élevées. Cette deuxième solution implique, logiquement, plus d'un acteur tout en demeurant un projet assez simple à mettre en place. Elle peut se déployer au niveau de la municipalité et des entrepreneurs locaux. Une note de 2 serait donc accordée pour ce critère. Par ailleurs, une note de 1 serait accordée à un critère tel que l'implantation d'écoquartiers, car cette solution implique plusieurs paliers de gouvernance. Effectivement, elle nécessite la création d'une législation permettant de définir de manière légale ce qu'est un écoquartier. De ce fait, un palier gouvernemental provincial serait impliqué dans l'implantation de cette solution. De plus, les villes seraient responsables de gérer et développer de nouveaux quartiers. En outre, des entrepreneurs et des utilisateurs font partie de la dynamisation de celui-ci ainsi que de son développement.

Il est également à noter que l'aspect social n'est pas pris en compte dans l'analyse multicritère, car pour plusieurs des solutions, ce critère ne pouvait pas s'appliquer, notamment pour ce qui est de la mécanique du bâtiment et de certains systèmes intégrés aux bâtiments. Pour ce faire, il a été décidé de laisser de côté l'aspect social afin que l'analyse ne soit pas biaisée.

Le tableau 3.2, ci-dessous, présente les résultats de cette analyse multicritère.

Tableau 3.2 Analyse multicritère des solutions

Phase	Solution				Difficulté d'implantation		*2 		Note finale
Conception	La création de valeurs environnementales	2	1	2	3,33	2	2	1	10,33
	L'agriculture urbaine : Toits verts	2	2	1	3,33	2	2	2	11,33
	Les bâtiments à carbone zéro : L'élimination de l'empreinte carbone et réduction des émissions de GES	1	2	1	2,67	3	3	2	13,67
	Les certifications : La mise en place de certifications locales	1	1	1	2	2	3	1	11
	L'écologie industrielle et territoriale : L'échange de flux d'énergie	1	2	1	2,67	3	3	1	12,67
	Les services de proximité et multiusages : Les multiusages du bâtiment	3	2	2	4,67	2	1	2	10,67
	Les écoquartiers : La dynamisation d'un quartier par l'intégration de principes circulaires	2	1	1	2,67	3	3	1	12,67
	L'écoconception des composantes d'un bâtiment : Le choix de	2	3	2	4,67	3	3	3	16,67



Difficultés technologiques



Difficultés administratives / palier de gouvernance



Investissements financiers



Niveau de circularité









Retombées environnementales



Durée du déploiement

Tableau 3.2 Analyse multicritère des solutions (suite)

Phase	Solution				Difficulté d'implantation		*2 		Note finale
Conception	matériaux facilement démontables et réutilisables								
	L'approvisionnement responsable en matériaux : Le choix de matériaux	2	3	2	4,67	2	3	3	15,67
Construction	L'utilisation d'un logiciel BIM	1	2	1	2,67	2	2	3	11,67
	La gestion de la pollution générée sur les chantiers : Le plan de contrôle d'érosion des sols et gestion des transports	3	3	2	5,33	1	1	3	11,33
	Le transport des employés : Le transport en commun ou collectif	3	2	3	5,33	1	1	3	11,33
	La construction modulaire	3	2	2	4,67	2	2	3	13,67
	L'optimisation de la machinerie sur un chantier : La plateforme d'économie de partage	3	2	1	4	2	1	3	11
	La location de services : L'économie de fonctionnalité	3	2	1	4	2	2	3	13
	La gestion des matières résiduelles sur le chantier : Le recyclage et la valorisation	3	2	2	4,67	2	2	3	13,67
	La récupération de chaleur d'eau	2	3	2	4,67	3	2	3	14,67
	Les technologies passives	3	3	2	5,33	2	2	3	14,33



Difficultés technologiques



Difficultés administratives / palier de gouvernance



Investissements financiers



Niveau de circularité









Retombées environnementales



Durée du déploiement

Tableau 3.2 Analyse multicritère des solutions (suite)

Phase	Solution				Difficulté d'implantation		*2 		Note finale
Utilisation	Les technologies actives (suite)	1	3	1	3,33	2	2	3	12,33
	Les accessoires de plomberie : L'économie d'eau	3	3	2	5,33	2	2	3	14,33
Utilisation	Le système de récupération des eaux grises	3	3	1	4,67	2	3	3	15,67
	Le télétravail et les multiusages d'un espace	2	2	2	4	1	2	2	11
	La location des équipements : L'économie de fonctionnalité	2	2	3	4,67	2	2	2	12,67
	La rénovation plutôt que la nouvelle construction	3	1	2	4	3	3	2	15
	L'évolution du bâtiment et sa modularité	2	2	2	4	3	2	2	13
	L'entretien et la réparation d'un bâtiment	3	2	2	4,67	2	2	3	13,67
	La gestion des matières résiduelles : Viser le zéro déchet	3	2	2	4,67	2	3	2	14,67
Fin de vie	La déconstruction : La création d'un marché	2	1	1	2,67	3	3	2	13,67
	Le réemploi des matériaux	3	2	2	4,67	3	3	3	16,67



Difficultés technologiques



Difficultés administratives / palier de gouvernance



Investissements financiers



Niveau de circularité



Retombées environnementales



Durée du déploiement

Après la distribution des notes, les solutions ayant plus de 13 sur 18 comme pointage total sont retenues, ce qui signifie une note de passage de 72 %. Il est à noter que les autres solutions soulevées dans cet essai ne sont pas à rejeter, bien que leurs retombées environnementales soient souvent moins importantes par rapport aux efforts déployés pour les mettre en place.

3.1.1 La conception

Pour la phase de conception, 3 solutions ont été retenues.

Les bâtiments à carbone zéro : cette solution a obtenu une note finale de 13,67, car elle a beaucoup de retombées environnementales et son niveau de difficulté d'implantation n'est pas très élevé. Effectivement, les bâtiments à carbone zéro sont légiférés par une norme permettant de guider les entrepreneurs ayant la volonté d'emprunter cette voie. De plus, le savoir, la technologie et les sources énergétiques propres existent et sont à la disposition de tous (Méthé Myrand, s. d.). Cette solution nécessite un investissement assez important pour le propriétaire. Cependant, cette transition est nécessaire afin de contribuer à l'atténuation des changements climatiques (Méthé Myrand, s. d.).

L'écoconception des composantes du bâtiment : cette solution a obtenu une note de 16,67 lors de l'évaluation, car elle est primordiale pour le bon fonctionnement de l'économie circulaire dans le domaine de la construction résidentielle multilogements. Repenser l'évolution d'un bâtiment dans le temps et son adaptabilité est la manière dont les concepteurs doivent concevoir le nouveau bâti. C'est une solution qui s'applique déjà à plusieurs niveaux et qui n'implique aucune nouvelle partie dans sa mise en place. Le déploiement à grande envergure de cette solution pourrait être réalisé en réglementant le secteur. À titre d'exemple, la modularité d'un certain pourcentage de parois dans chaque bâtiment pourrait être obligatoire.

L'approvisionnement responsable en matériaux : l'approvisionnement responsable et le choix des matériaux utilisés dans une construction sont très importants, car cette solution a de grandes retombées environnementales, qui s'avèrent positives. Effectivement, un choix judicieux de matériaux peut permettre de réduire l'extraction de matières premières ainsi que les matières envoyées à l'élimination. De plus, la complexité d'implantation de cette solution n'est pas très élevée par rapport aux retombées environnementales. Les entrepreneurs peuvent avoir recours à des certifications afin de faire des choix

éclairés. De plus, le marché local de matériaux biosourcés est en expansion, ce qui diversifie l'offre et la rend plus accessible.

3.1.2 La construction

Pour la phase de construction, 3 solutions ont été retenues.

La construction modulaire : cette solution va de pair avec l'écoconception d'un bâtiment. C'est un aspect qui a un impact non seulement sur la facilité de modularité du bâtiment, mais aussi sur sa construction et sa fin de vie. Effectivement, la construction de modules en usine génère moins de pollution et de rejets, comme cela est mentionné. De plus, lors de la fin de vie de l'immeuble, celui-ci sera plus facilement démontable. Ces impacts positifs sur tous les cycles de vie du bâtiment font en sorte que cette solution s'est démarquée avec une note globale de 13,67. De plus, plusieurs compagnies de construction au Québec se spécialisent dans la construction modulaire, entre autres, pour des édifices résidentiels multilogements. C'est donc un procédé qui est bien connu, bien que cette pratique reste plus coûteuse que la construction traditionnelle.

La location de services : cette solution a obtenu une note globale de 13, car elle est relativement facile à déployer tout en ayant des retombées environnementales et un niveau circulaire assez élevé. Effectivement, la location de services est un modèle d'affaires qui pourrait favoriser l'allongement de la durée de vie, l'entretien et la réparation dans le secteur. Déployé à grande échelle, il permettrait de facilement remettre les matières dans le circuit. Il ne nécessite pas beaucoup d'acteurs, mais plus une volonté de la part des industries et entreprises œuvrant dans le secteur de changer leur approche commerciale.

La gestion des matières résiduelles sur le chantier : cette solution a un impact direct sur la circularité des matériaux ; c'est ce qui explique sa note globale de 13,67. Sur les chantiers, les matières qui ne sont pas utilisées peuvent trouver les chemins les plus optimaux pour leur usage. De plus, des initiatives locales sont déjà en place et du financement de RECYC-QUÉBEC pour des projets pilotes ainsi que de la recherche sont effectués, ce qui facilite l'implantation d'écochantiers au Québec.

3.1.3 L'utilisation

Pour la phase d'utilisation, 8 solutions ont été retenues. Étant donné que cette phase est la plus longue du bâtiment et celle ayant le plus d'impacts environnementaux, il s'agit de celle ayant le plus de solutions.

La récupération de la chaleur d'eau : cette solution est facilement applicable et n'engendre pas de grandes dépenses. Elle n'implique pas beaucoup d'acteurs et permet d'être rentable à long terme. C'est pourquoi elle a obtenu un pointage aussi haut que 14,67. De plus, ce type d'appareil permet d'optimiser la chaleur d'eau à même les bâtiments résidentiels multilogements, ce qui crée une boucle circulaire à même ceux-ci.

Les technologies passives : elles ont été retenues, car elles apportent une solution simple à l'économie d'énergie. Elles n'ont pas besoin de beaucoup d'entretien et ne recourent qu'à un investissement plus élevé lors de la construction. Comparativement aux technologies actives, elles représentent une option plus facile, car elles ne nécessitent pas de phase d'apprentissage et ne deviennent pas désuètes après une certaine période. Effectivement, les technologies actives sont évolutives et des mises à jour sont souvent nécessaires pour bien les faire fonctionner. Les technologies passives comportent aussi l'avantage d'être facilement identifiables ; elles sont bien connues, et des certifications, telles que ENERGY STAR, pour les fenêtres et portes, sont disponibles pour guider les consommateurs dans leurs choix. Leur rapport « efforts d'implantation » versus « retombées environnementales » est donc élevé.

Les accessoires de plomberie : cette solution est simple et peut facilement être mise en place par l'entrepreneur ou l'utilisateur pour diminuer la consommation d'eau ; c'est pourquoi elle a obtenu un pointage total de 14,33. Comme la solution précédente, nul besoin d'apprentissage et les certifications peuvent guider les acheteurs dans le choix des produits. Ces accessoires sont disponibles sur le marché et leurs retombées environnementales sont grandes comparativement aux difficultés d'implantation. Le site d'Hydro-Québec publie aussi un guide éduquant les utilisateurs sur les bénéfices de ces accessoires. Cette solution pourrait être mise encore plus de l'avant si ces produits devenaient la norme dans le domaine.

Le système de récupération des eaux grises : cette solution a obtenu un pointage total de 15,67, car comme les accessoires de plomberie, elle permet d'implanter facilement une action ayant des retombées environnementales élevées. En effet, pour la phase d'utilisation, ce type de système vient créer un flux

d'eaux grises permettant de mettre en place des boucles circulaires à même le bâtiment pour optimiser l'utilisation de l'eau.

La rénovation plutôt que la nouvelle construction : cette solution est très importante dans la mise en place de l'économie circulaire dans le secteur, car elle permet d'allonger la durée de vie d'un bâtiment ; c'est pourquoi les retombées environnementales sont multiples. De plus, bien que l'implantation de certains règlements obligeant la rénovation de certains types de bâtiments puisse impliquer beaucoup d'acteurs et nécessite des ressources monétaires, cette solution est impérative pour la bonne gestion du bâti actuellement présent sur le territoire, d'où sa notation élevée de 15.

L'évolution d'un bâtiment et sa modularité : cette solution permet d'allonger la durée de vie d'un bâtiment en l'adaptant aux différents besoins rencontrés au fil du temps. Son niveau de circularité est haut et ses retombées environnementales sont assez grandes. Bien que cette solution nécessite des modifications au niveau des techniques de construction, certaines entreprises de construction modulaires offrent des services permettant de faciliter l'implantation de cette solution.

L'entretien et la réparation d'un bâtiment : ayant obtenu une note globale de 13,67, cette solution permet de modifier la façon de repenser la phase d'utilisation d'un bâtiment. Cette pratique est au cœur de l'économie circulaire et permet de remettre un grand nombre de matières en circularité tout en minimisant les rejets résiduels. C'est donc une solution qui est applicable auprès des fournisseurs, ce qui touche beaucoup de corps de métiers, mais aussi à travers les utilisateurs. Bien que cette solution nécessite une modification du système opérationnel des fournisseurs, ceux-ci aussi en ressortent gagnants, car ils restent propriétaires de leurs biens et donc de leurs matières, évitant d'être confrontés aux fluctuations de prix des matières.

La gestion des matières résiduelles : cette solution permet aux habitants d'un immeuble à logements de faire une bonne gestion de leurs résidus ménagers. C'est l'une des solutions auxquelles ces parties prenantes peuvent le plus participer. De plus, l'instauration d'initiatives zéro déchet dans des édifices à logements peut faire une grande différence au niveau de la quantité de matières résiduelles envoyées à l'élimination par année.

3.1.4 La fin de vie

Pour la phase de fin de vie, 2 solutions ont été retenues.

La déconstruction : cette solution, qui a obtenu une note globale de 13,67, possède un niveau de circularité élevé, car elle est primordiale au bon fonctionnement de l'économie circulaire dans le domaine de la construction afin que les matériaux puissent être réutilisés. De ce fait, bien que ce soit une pratique coûteuse, il est important qu'elle soit priorisée dans la transition vers une nouvelle économie. Cependant, son implantation à grande échelle doit être rapidement atteinte afin que les inventaires de matériaux soient suffisamment intéressants pour créer un marché de matériaux pour le réemploi et c'est pourquoi sa difficulté d'implantation est relativement élevée.

Le réemploi des matériaux : cette solution comporte un niveau de circularité élevé et ses retombées environnementales sont nombreuses, c'est ce qui justifie sa note globale de 16,67. Effectivement, cette solution permet de fermer la boucle de circularité des matériaux de construction en les remettant sur le marché du réemploi. Pour ce faire, c'est une solution qui nécessite une coordination d'acteurs et du financement pour l'ouverture d'un nouveau marché.

Toutes les solutions présentées dans la partie précédente se retrouvent synthétisées en annexe 3 dans un guide des pratiques innovantes en économie circulaire dans le milieu de la construction résidentielle multilogements au Québec. Celui-ci permettra aux parties prenantes d'avoir accès aux solutions retenues dans cet essai de manière concise, pratique et pédagogique.

3.2 Les recommandations générales

Dans cette section, des recommandations générales sont formulées au regard des multiples recherches, d'entrevues et de la revue de littérature effectuées lors de la rédaction de cet essai. Celles-ci pourraient permettre d'accélérer le processus d'implantation de l'économie circulaire dans le domaine de la construction résidentielle multilogements au Québec.

Dans le cadre de ce changement important de modèle économique, il serait important d'interpeller et de réunir les acteurs québécois œuvrant dans le domaine de la filière de la construction, afin de sensibiliser ces acteurs aux solutions circulaires moins courantes dans la province. Ces réunions, ou colloques,

permettraient d'éduquer les acteurs tout en les impliquant dans le processus. De plus, ces échanges d'idées pourraient engendrer des réflexions par rapport aux modes d'implantation des solutions retenues.

De plus, l'économie circulaire a trait, en grande partie, à la réduction d'extraction des matériaux ainsi qu'à l'optimisation des matériaux en circulation sur le marché. Afin de faire une bonne gestion des flux de matières dans le domaine de la construction résidentielle, il serait logique de les connaître préalablement. Pour ce faire, il serait pertinent de connaître les *stocks* de matières, les flux entrants et sortants, ainsi que les entreprises possédant des savoir-faire afin de pouvoir optimiser et de bien gérer ces matières (Alliance HQE-GBC France, 2018).

Dans la même lignée, il serait pertinent de répertorier ces flux afin de pouvoir éventuellement créer des passeports matériaux, c'est-à-dire de connaître l'historique, la composition, l'entretien et la condition de chaque matériau employé dans un bâtiment (Buildings as material banks [BAMB], s. d.). Cette tâche, qui s'avère colossale, permettrait de prioriser les actions à poser pour ainsi accélérer le processus de circularité dans le secteur (DIF, 2018). Par ailleurs, la première étape se limite à une AFM afin de répertorier les flux provinciaux et par la suite de pouvoir les optimiser et déterminer là où les interventions sont prioritaires. Cette action pourrait être menée par l'Institut EDDEC qui a accès à un bassin de chercheurs, grâce à leur affiliation à la Polytechnique, à l'Université de Montréal et à l'École des hautes études commerciales (HEC) de Montréal pour diriger un projet d'une telle envergure.

Il sera primordial de modifier la façon dont les bâtiments, résidentiels et publics, sont pensés, construits, et gérés, et ce, tant dans la phase de vie utile du bâtiment qu'en fin de vie. L'échelle d'intervention devra se faire à tout niveau de gouvernance, soit au fédéral, provincial, municipal, à l'échelle des entreprises ainsi que des utilisateurs. Cette approche systémique implique un grand nombre d'acteurs, ce qui amène une complexité dans l'implantation d'une nouvelle démarche et façon de penser le secteur du bâtiment. Il est juste d'évoquer qu'à la lumière des entrevues et de la revue de littérature effectuées, il existe un manque de gouvernance dans le secteur. Effectivement, l'économie circulaire dans le domaine de la construction n'est pas très développée au Québec. Cependant, vu l'ampleur d'un tel changement, les instances provinciales et fédérales sont des instances toutes désignées pour inciter une filière à se tourner vers l'économie circulaire. Ces acteurs sont dans une bonne position pour mettre en place des conditions favorables à l'émergence de ce nouveau principe, que ce soit par la réglementation, la mise en place de nouvelles politiques, de mesures fiscales ou de programmes de financement (Ministère de l'Économie et

de l'Innovation, s. d.b). Par exemple, à Bruxelles, *be circular be Brussels* est une initiative gouvernementale mise sur pied pour soutenir et développer les activités économiques de Bruxelles, dont la construction, dans une optique circulaire (Bruxelles, environnement, 2019). Elle est dotée d'un budget annuel de 1,5 million d'euros afin de réaliser son mandat. Au Québec, RECYC-QUÉBEC, la Société québécoise de récupération et de recyclage, fait des appels de propositions pour soutenir des projets d'écogestion de chantiers ainsi que de tri ou de recyclage des résidus de CRD. Cette instance a comme mandat « la gestion responsable des matières résiduelles au Québec. » (RECYC-QUÉBEC, s. d.c). Cependant, depuis 2016, RECYC-QUÉBEC a aussi intégré à sa mission l'économie circulaire. L'organisme veut « Amener le Québec à réduire, réutiliser, recycler et valoriser les matières résiduelles dans une perspective d'économie circulaire et de lutte contre les changements climatiques » (RECYC-QUÉBEC, s. d.c). Par ailleurs, l'organisme reste axé sur le traitement des matières résiduelles. Outre RECYC-QUÉBEC, Transition énergétique Québec est un organisme gouvernemental ayant comme mission de « [...] promouvoir la transition, l'innovation et l'efficacité énergétiques et d'en assurer une gouvernance intégrée. » (Transition énergétique Québec, s. d.) Elle met en place un plan directeur (2018-2023) et des initiatives permettant d'atteindre les objectifs fixés dans celui-ci (Transition énergétique Québec s. d.). En matière d'habitation, les objectifs de cet organisme sont que, d'ici 2030,

« [...] le secteur résidentiel sera alimenté par les énergies renouvelables pour combler la quasi-totalité de ses besoins en énergie. De plus, l'amélioration de la performance énergétique des résidences fera désormais partie d'une culture d'efficacité énergétique solidement implantée dans le marché. » (Transition énergétique Québec, 2018).

L'atteinte de ces objectifs aidera à diriger le secteur de la construction résidentielle vers une consommation énergétique optimale. Cependant, aucune société gouvernementale n'a été créée pour une transition circulaire des modèles d'affaires. Il manque donc un chaînon permettant d'accélérer l'adoption de stratégies circulaires dans toutes les sphères de notre société. Il faudrait créer un organisme provincial qui serait en charge, exclusivement, de la filière de la construction résidentielle. Celui-ci pourrait posséder les ressources monétaires, temporelles et administratives nécessaires pour analyser en profondeur le secteur de la construction résidentielle au Québec, et de mieux suivre son avancée. Ceci permettrait d'allouer des ressources financières nécessaires là où c'est crucial et donc émettre des appels à projet ainsi que le financement approprié pour chaque cas. De plus, cet organisme pourrait mettre en place un plan d'action avec des objectifs concrets et mesurables dans le temps. Ceux-ci seraient accompagnés d'un échéancier permettant de mener à bien ce plan. L'implantation d'un organisme de ce genre est une initiative importante, car toutes les villes ou régions progressant vers une économie

circulaire dans le domaine de la construction ont ce type d'organisme en place qui oriente le secteur vers la bonne voie. Le marché immobilier résidentiel de Montréal est en pleine expansion et il serait dommage de ne pas saisir cette opportunité pour bien faire les choses.

Bien qu'il n'y ait pas d'organisme gouvernemental s'occupant exclusivement de l'implantation de l'économie circulaire dans le domaine de la construction au Québec, il existe une plateforme web qui a comme mission de rassembler tous les acteurs de l'économie circulaire au Québec, et aussi d'éduquer et d'informer ceux-ci. Cette plateforme, intitulée Québec Circulaire, coordonnée par l'Institut EDDEC, a été inaugurée en décembre 2018. Elle répertorie les initiatives en économie circulaire et pourrait donc notamment servir à donner une meilleure visibilité aux initiatives du secteur de la construction résidentielle, et ainsi encourager les actions allant en ce sens, et à identifier les sommités, les personnes et les entreprises clés dans le domaine.

Finalement, l'éducation est primordiale pour qu'un tel changement s'opère dans le milieu. Il serait pertinent de former les architectes, ingénieurs, entrepreneurs ainsi que les gestionnaires d'immeubles par rapport aux principes de l'économie circulaire et à la façon dont ceux-ci peuvent se traduire dans le secteur de la construction résidentielle multilogements au Québec. De ce fait, des cours devraient être intégrés aux cursus scolaires.

CONCLUSION

Le portrait de la situation actuelle du domaine de la construction résidentielle multilogements au Québec brossé dans le présent essai permet de constater que ce secteur est très peu circulaire. Les efforts actuels sont plutôt axés sur la récupération et la valorisation des matières que sur leur réduction ou leur réemploi. De plus, l'industrie de la construction est encore ancrée dans une façon de faire axée sur l'efficacité et l'économie de temps et d'argent. Afin de pouvoir faire une transition vers un modèle davantage circulaire, toutes les parties prenantes devront faire des efforts et s'impliquer dans le changement. À la lumière du diagnostic de la situation actuelle, des solutions ont été suggérées selon chaque phase du cycle de vie d'un bâtiment, puis les plus pertinentes ont été retenues par le biais d'une analyse multicritère. Celles-ci sont regroupées dans l'annexe 3 sous forme de guide de pratiques innovantes, qui peut être utilisé par les parties prenantes concernées. Finalement, des recommandations générales ont été formulées à la lumière des observations effectuées lors de cette recherche, afin d'accélérer le processus d'implantation de l'économie circulaire dans le secteur de la construction résidentielle multilogements au Québec.

Les objectifs de cet essai, cités dans l'introduction, ont été atteints. Premièrement, un portrait de la filière de la construction résidentielle multilogements a été brossé et analysé ; par ailleurs, les freins et leviers ont été peu soulevés. Par la suite, l'analyse des pratiques circulaires innovantes a été réalisée dans la deuxième partie. Finalement, des recommandations ont été émises dans la troisième partie et un guide des pratiques innovantes a été mis en annexe 3.

Heureusement, plusieurs organismes, entrepreneurs, municipalités ainsi que pays sont innovants dans le domaine de l'économie circulaire dans le secteur de la construction. Ceux-ci peuvent être pris comme modèles et inspirer la province, notamment dans ses politiques et dans les actions prioritaires à cibler. Bien que tous les acteurs soient importants dans cette transition, le gouvernement provincial et les municipalités ont des rôles pivots pour accélérer le processus. Ils se doivent de stimuler la transition par l'intégration de nouvelles réglementations axées sur la création de flux circulaires, par des incitatifs financiers amenant les entrepreneurs, les propriétaires ainsi que les concepteurs à innover et à se tourner vers des pratiques environnementales.

La transition vers un nouveau modèle économique est une tâche ardue s'effectuant sur une longue période. Le domaine de la construction est complexe et comporte plusieurs aspects qui n'ont pas tous été traités dans cet essai. De ce fait, ce document de recherche se veut le point de départ d'une réflexion qui se doit d'être élargie à l'échelle provinciale afin que les acteurs du secteur puissent se questionner.

RÉFÉRENCES

- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). (2014). *Économie circulaire*. Repéré à <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-economie-circulaire-oct-2014.pdf>
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). (2016). *Potentiel d'expansion de la consommation collaborative pour réduire les impacts environnementaux*. Repéré à <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/consommation-collaborative-2016-rapport.pdf>
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). (2017a). *Qualité de l'air et émissions polluantes des chantiers du BTP*. Repéré à https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/qualite-air-emissions-polluants-chantiers-btp_2017-rapport_v2.pdf
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). (2017b). *L'économie de la fonctionnalité: de quoi parle-t-on?* Repéré à https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/economie_fonctionnalite_definitio_n_201705_note.pdf
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). (2018). *Économie circulaire : un atout pour relever le défi de l'aménagement durable des territoires*. Repéré à <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/economie-circulaire-defi-amenagement-durable-territoires-010659.pdf>
- Alliance HQE-GBC France. (2018). *L'économie circulaire, Tremplin du bâtiment durable pour tous : 15 leviers pour agir*. Repéré à <http://www.hqegbc.org/wp-content/uploads/2018/01/CadreDefEcoCircuBat-OK.pdf>
- Aquatis. (s. d.a). *Water recycling. Aquatis, section Water recycling*. Repéré à <http://www.aquatisworld.com/en/water-recycling/>
- Aquatis. (s. d.b). *Loggia Urbaine. Aquatis, section Projects – Loggia Urbaine*. Repéré à <http://www.aquatisworld.com/en/projects/ecovision/>
- Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec (APCHQ). (s. d.). *Questions et réponses : orientation des fenêtres. APCHQ, section Documentation – Technique*. Repéré à <https://www.apchq.com/documentation/technique/questions-et-reponses/orientation-des-fenetres>
- Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec (APCHQ). (2017). *Prévisions économiques 2017-2018*. Repéré à <https://www.apchq.com/download/04a5be0b5673a3fd2d5aa5f85fce863f89e3272d.pdf>
- Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec (APCHQ). (2018). *Prévisions économiques 2018-2019*. Repéré à <https://www.apchq.com/files/pdf/previsions-economiques-2018-2019-Final.pdf>

- Athanassiadis, A. (2017). *Économie circulaire dans le secteur de la construction à Bruxelles : état des lieux, enjeux et modèle à venir*. Repéré à http://www.circulareconomy.brussels/wp-content/uploads/2017/10/RAP_2017_Economie-Circulaire-Construction.pdf
- Bérard, D. (2019). Matériaux Sans Frontières : la fin de la boule de démolition. *Les affaires, section Blogues*. Repéré à <https://www.lesaffaires.com/blogues/diane-berard/materiaux-sans-frontieres-la-fin-de-la-boule-de-demolition/609432>
- BizBiz Share. (s. d.). Looking for a resource? *BizBiz Share, section Home*. Repéré à <https://www.bizbizshare.com/>
- BizBiz Share (réalisateur). (2018). *Simplifying the creation of opportunities* [En Ligne]. Repéré à <https://www.bizbizshare.com/>
- Boyer, D. (2013). La récupération de l'eau de pluie. *Écohabitation, section Guides – Mécanique du bâtiment*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/2557/recuperation-de-leau-de-pluie/>
- Bruxelles environnement. (2019). Appel à projet. *Bruxelles environnement, section Thématiques – transition de l'économie*. Repéré à <https://environnement.brussels/thematiques/transition-de-leconomie/appel-projet>
- Buildings as material banks (BAMB). (s. d.) Materials passports. *BAMB, section Topics – Materials passports*. Repéré à <https://www.bamb2020.eu/topics/materials-passports/>
- C40 cities. (2011). Case study: 98% of Copenhagen city heating supplied by waste heat. *C40 cities, section Case studies*. Repéré à https://www.c40.org/case_studies/98-of-copenhagen-city-heating-supplied-by-waste-heat
- Cara, G. et Magdani, N. (s. d.) Circular business models for the built environment. Repéré à https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/ce100/CE100-CoPro-BE_Business-Models-Interactive.pdf
- Cecobois. (s. d.a). Le bois et le cycle de vie du carbone. *Cecobois, section Pourquoi construire en bois ?* Repéré à <https://www.cecobois.com/bois-et-cycle-de-vie-du-carbone>
- Cecobois. (s. d.b). Bois lamellé-croisé (CLT). *Cecobois, section produits structuraux – Bois lamellé-croisé*. Repéré à <https://cecobois.com/bois-lamelle-croise-clt>
- Cefrio. (2018). *La maison intelligente entre objets connectés et domotique*. Repéré à https://cefrio.qc.ca/media/1924/netendances-2018_maison-intellegente.pdf
- Chayer, J-A. (2018). *Les impacts environnementaux d'un bâtiment et les outils pour les évaluer*. Repéré à http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/documents/SHQ/colloque_gestionnaire_t echnique/2017/CGT-2018-10-impacts-environnement-batiments.pdf

- Circle Economy et ABN AMRO. (2017). *A future-proof built environment: Putting circular business models into practice*. Repéré à <https://circle-economy.com/future-built-environment>
- Circle Economy. (2015). *Circular construction: The foundation under a renewed sector*. Repéré à https://www.circle-economy.com/wp-content/uploads/2016/06/Circle-Economy_2015_002_Rapport_Circulaire-Construction_1-21.pdf
- Circle Economy. (2019). The circularity gap report 2019. *Circle Economy, section Circular gap*. Repéré à <https://www.circularity-gap.world/>
- Code Civil du Québec, CCQ-1991*
- Collectivités viables. (s. d.). Écoquartier. *Collectivités viables*. Repéré à <http://collectivitesviables.org/articles/ecoquartiers.aspx>
- Commission de la construction du Québec. (s. d.a). Accéder à l'industrie de la construction. *Commission de la construction du Québec, section Accéder à l'industrie de la construction*. Repéré à https://www.ccq.org/fr-CA/H_AccederIndustrie?profil=GrandPublic
- Commission de la construction du Québec (s. d.b). Gagner sa vie dans la construction. *Commission de la construction du Québec, section Accéder à l'industrie de la construction*. Repéré à https://www.ccq.org/fr-CA/H_AccederIndustrie/H04_GagnerSaVie
- Commission de la construction du Québec. (2017). L'industrie en chiffres. *Commission de la construction du Québec, section Qui sommes-nous ? – L'industrie de la construction*. Repéré à https://www.ccq.org/fr-CA/A_QuiSommesNous/A05_IndustrieConstruction/A05_2_IndustrieChiffres
- Conseil du bâtiment durable du Canada. (2017). *Norme du bâtiment à carbone zéro*. Repéré à https://www.cagbc.org/cagbcdocs/zerocarbon/CBDca_Norme_du_b%C3%A2timent_%C3%A0_carbone_z%C3%A9ro_FR.pdf
- Corporation des maîtres mécaniciens en tuyauterie du Québec. (s. d.) Économies d'eau potable : Ce que vous pouvez faire à l'intérieur de votre maison. *Corporation des maîtres mécaniciens en tuyauterie du Québec, section Consommateur – Conseils pratiques*. Repéré à <http://www.cmmtq.org/fr/consommateur/conseils-pratiques/economies-d-eau-potable>
- Couture, M-M. et Arseneault, J-M. (2011). *Approvisionnement responsable : Penser autrement, acheter mieux!* Repéré à https://www.ulaval.ca/fileadmin/developpement_durable/documents/Guide_Approvisionnement_Responsable.pdf
- Defra. (2008). *BNPB2 : Plasterboard – waste management*. Repéré à https://www.plasterboardpartnership.org/pdfs/MTP_BNPB2_2008April1%5b1%5d.pdf
- Deloitte. (2016). *Étude sur l'écosystème d'affaires de la construction au Québec*. Repéré à <https://www.cpq.qc.ca/workspace/uploads/author-uploads/cpq-construction270516.pdf>

- Demers, B. (2013). *RénoCyclage : Rapport d'activités 2011-2013*. Repéré à http://media.wix.com/ugd/c3ba22_c40b113d40e0292aa6a69e2f526d6feb.pdf
- Disruptive Innovation Festival (DIF). (2018). Circular economy in the built environment: innovation and implementation [Enregistrement video]. Angleterre
- Dobbs, R., Oppenheim, J. et Tompson, F. (Septembre 2013). Resource revolution: Tracking global. *McKinsey Global Institute*. Repéré à <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/resource-revolution-tracking-global-commodity-markets>
- EauFrance. (2018). Repère : consommation en eau. *EauFrance, section Nos dossiers – Chiffres repères sur l'eau et les milieux aquatiques*. Repéré à <https://www.eaufrance.fr/repere-consommation-en-eau>
- Écochantier. (s. d.). Notre mission. *Écochantier, section Mission*. Repéré à <http://ecochantier.ca/mission/>
- Éco-conception. (s. d.). Définition de l'éco-conception. Pôle éco-conception, section Définition. Repéré à <https://www.eco-conception.fr/static/definition-de-leco-conception.html>
- Écohabitation. (2009). Toits végétaux. Étape par étape avantages et inconvénients. *Écohabitation, section Guides – Murs et toitures*. Représé à <https://www.ecohabitation.com/guides/2412/toits-vegetaux-etape-par-etape-avantages-et-inconvenients/>
- Écohabitation. (2010). La maison productive house (MPH), un écosystème dans le quartier pointe St-Charles. *Écohabitation, section Guides – Planification et conception*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/2079/la-maison-productive-house-mph-un-ecosysteme-dans-le-quartier-pointe-st-charles/>
- Écohabitation. (2011). Des bâtiments intelligents; pour optimiser l'efficacité énergétique. *Écohabitation, section Guides – planification et conception*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/1780/des-batiments-intelligents-pour-optimiser-lefficacite-energetique/>
- Écohabitation. (2012). Contrôle de l'érosion (AÉS 1.1). *Écohabitation, section Guides – LEED – Guide technique*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/3116/controle-de-lerosion-aes-11/>
- Écohabitation. (2016a). Les toits végétalisés. *Écohabitation, section Guides – Murs et toitures*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/2821/les-toits-vegetalises/>
- Écohabitation. (2016b). Certifications et toilettes écologiques. *Écohabitation, section Guides – Intérieurs*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/2477/certifications-et-toilettes-ecologiques/>
- Écohabitation. (2017). Le match comparatif des trois grands types de structures : récit d'une analyse de cycle de vie. *Écohabitation, section Guides - Murs et toitures*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/1012/pourquoi-la-structure-bois-lemporte-reellement-face-a-lacier-et-au-beton/>

- Écohabitation. (2018). Capsule vidéo (10) : Tout sur... la récupération de chaleur des eaux de drainage. *Écohabitation, section Guides – Mécanique du bâtiment*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/3307/capsule-video-10-tout-sur-la-recuperation-de-chaleur-des-eaux-drainage/>
- Énergir. (s. d.). Notre Histoire. *Énergir, section À propos – Le réseau de Montréal*. Repéré à <http://www.energircu.com/fr/le-reseau-de-montreal>
- Environnement et Changement climatique Canada. (2015). Émissions de gaz à effet de serre par secteur économique canadien. *Gouvernement du Canada, section Indicateurs environnementaux*. Repéré à <https://www.ec.gc.ca/indicateurs-indicators/default.asp?lang=Fr&n=f60db>
- Équiterre. (s. d.) Commerces et services de proximité. *Équiterre, section Accueil – Fiches d'information*. Repéré à <https://equiterre.org/fiche/commerces-et-services-de-proximite>
- Fédération Française du Bâtiment. (2015). *Les matériaux biosourcés dans le bâtiment*. Repéré à <http://www.batirpouurlaplanete.fr/wp-content/uploads/2015/08/Guide-materiaux-biosources.pdf>
- FLOW2. (s. d.) Partager les biens commerciaux avec d'autres organisations. Flow2, section Accueil. Représenté à <http://www.floow2.ca/le-marche-de-partage.html>
- Fondation Ellen MacArthur. (s. d.). FLOW2: Business-to-business asset sharing. *Fondation Ellen MacArthur, section Case Studies*. Repéré à <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/business-to-business-asset-sharing>
- Fondation Ellen MacArthur. (2013). *Engineering the circular economy: A field manual for re-designing a regenerative economy*. Repéré à https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/news/EMF_Engineering-the-Circular-Economy_300913.pdf
- Fondation Ellen MacArthur. (2018). *Cities and the circular economy for food*. Repéré à <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Cities-and-the-circular-economy-for-food-1.pdf>
- France GBC. (2015). Les certifications environnementales internationales pour la conception et la construction des bâtiments non résidentiels. Repéré à http://www.hqegbc.org/wp-content/uploads/2016/07/2015_FR_Comparatif_HQE_LEED_BREEAM.pdf
- Gagnon, S. (2019, 23 janvier). Environnement : des serveurs informatiques pour chauffer les immeubles. *Les éclaireurs*. Repéré à <https://ici.radio-canada.ca/premiere/emissions/les-eclaireurs/segments/entrevue/103350/stephan-gagnon-recuperer-chaleur-salles-serveurs-informatiques>
- Garon, J. et Fortier, R. (s. d.) Tendances en matière de déconstruction au Québec. *Voir Vert, section ÉcoSolutions – Matières résiduelles*. Repéré à <http://www.voirvert.ca/savoir/eco-solutions/matieres-residuelles/tendances-en-matiere-de-deconstruction-au-quebec>

- Gervais, H. (2016). *Métaux et économie circulaire au Québec, Rapport de l'étape 2 : Analyse de flux de matières du cuivre, du fer et du lithium*. Repéré à <https://mern.gouv.qc.ca/publications/mines/metaux-economie-circulaire-quebec.pdf>
- Gordon, D., Hindrichs, L. et Willms, C. (2018). *Sill Suburban? Growth in Canadian Suburbs, 2006-2016*. Repéré à http://www.canadiansuburbs.ca/files/Still_Suburban_Monograph_2016.pdf
- Gray, J. (2019). Pollution from construction. *Sustainable Build, section Construction Methods*. Repéré à <http://www.sustainablebuild.co.uk/pollutionfromconstruction.html>
- GreenGuard Certification. (s. d.). Owners & Builders. *GreenGuard Certification, section Owners & Builders*. Repéré à <http://greenguard.org/en/ownersBuilders.aspx>
- Green Seal. (s. d.). Why Green Seal certification?. *Green Seal, section Home – Certification*. Repéré à <https://www.greenseal.org/certification/>
- Gym Solution. (s. d.). À propos de Gym Solutions. *Gym Solutions, section À propos de Gym Solution – Location d'équipements sportifs*. Repéré à <http://www.gymsolutions.ca/a-propos>
- Hudry, A. (2017). *La réversibilité des usages d'un bâtiment* (Mémoire de maîtrise, Université de Paris 1 Panthéon Sorbonne, Paris, France). Repéré à file:///Users/sophielatendresse/Downloads/Me__moire_ANTOINE_HUDRY_La_re__versibilite__des_usages_d_un_immeuble.pdf
- Hydro-Québec. (s. d.a). Répartition de la consommation d'un ménage. Hydro-Québec, section résidentiel – Espace client. Repéré à <http://www.hydroquebec.com/residentiel/espace-clients/consommation/consommation-electrique-sources.html>
- Hydro-Québec. (s. d.b). Utiliser intelligemment l'eau chaude. *Hydro-Québec, section Résidentiel – Mieux consommer*. Repéré à <http://www.hydroquebec.com/residentiel/mieux-consommer/reduire-consommation-eau.html>
- Hydro-Québec. (s. d.c). Faites des économies d'eau et d'énergie grâce aux trousse de produits homologues WaterSense. *Hydro-Québec, section Mieux consommer – Eau chaude*. Repéré à <http://www.hydroquebec.com/residentiel/mieux-consommer/eau-chaude/economiseurs-eau-energie.html>
- Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement. (2006). Guide conseil : Fiches pratique pour la conception énergétique et durable. Repéré à http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/ENERGIE_GuideConseilConception_prof_FR.PDF
- Institut de la Statistique du Québec. (2018). *Combien de personnes vivent seules au Québec en 2016?* Repéré à <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/conditions-vie-societe/bulletins/sociodemo-vol22-no2.pdf>

- Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire (Institut EDDEC). (2015). *Économie circulaire. Institut EDDEC, section thèmes de recherche*. Repéré à <http://instituteddec.org/themes/economie-circulaire/>
- Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire (Institut EDDEC). (2018). *L'économie circulaire*. Repéré à http://instituteddec.org/DEV/wp-content/uploads/2018/03/Schema_ELEC_mars2018.pdf
- Institut national de santé publique Québec (INSPQ). (2017). *Insalubrité dans l'habitation : portrait de la situation au Québec. INSPQ, section Expertises – Santé environnementale et toxicologie*. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/qualite-de-l-air-et-salubrite-intervenir-ensemble-dans-l-habitation-au-quebec/qualite-de-l-air-et-salubrite/insalubrite/insalubrite-dans-l-habitation-portrait-de-la-situation-au-quebec>
- Laberge, s. (2017). *Arbora : condos de huit étages en bois lamellé-croisé. La Maison du 21^e siècle, section Actualité, construction verte*. Repéré à <https://maisonsaine.ca/construction-verte/arbora-condos-de-huit-etages-en-bois-lamelle-croise.html>
- Lesage, K. (2013). *La lumière naturelle favorise-t-elle la création d'un environnement sain et confortable pour les occupants des bâtiments écologiques certifiés? Un comparatif des certification LEED-Ca et BREEAM*. (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec). Repéré à https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2013/Lesage_K__2013-03-04_.pdf
- Longpré, É. (2015). *Amélioration de la gestion des matières résiduelles dans les multilogements*. (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec). Repéré à https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2015/Longpre_Emilie_MEnv_2015.pdf
- Macroux, P. (2018, 21 août). *Étude du conseil canadien d'urbanisme : la région connaît une forte croissance. Les matins d'ici*. Repéré à <https://ici.radio-canada.ca/premiere/emissions/Les-matins-d-ici/segments/entrevue/83943/urbanisme-outaouais-croissance-gaitneau>
- Marohn, C. (2018). *Constat sur le développement actuel des villes. Urbanité, printemps / été 2018*. P. 18-20. Repéré à <https://ouq.qc.ca/wp-content/uploads/2018/06/urbanite-printemps-ete2018-lowres.pdf>
- Méthé Myrand, L. (s. d.). *Vers le bâtiment à carbone zéro. Voirvert, section Nouvelles - Dossiers*. Repéré à <http://www.voirvert.ca/nouvelles/dossiers/vers-le-batiment-carbone-zero>
- Ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec. (s. d.a). *Présentation de l'industrie. Économie et Innovation Québec, section S'informer Construction*. Repéré à <https://www.economie.gouv.qc.ca/fr/bibliotheques/secteurs/construction/presentation-de-lindustrie/>
- Ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec. (s. d.b). *Québec circulaire, section Acteurs de l'économie circulaire - Économie circulaire*. Repéré à <https://www.quebeccirculaire.org/static/strategies-de-circularite.html>

- Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT). (2017). *Rapport annuel de l'usage de l'eau potable 2015*. Repéré à https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/grands_dossiers/strategie_eau/rapport_usage_eau_potable_2015.pdf
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). (2011). *Politique québécoise de gestion des matières résiduelles : Plan d'action 2011-2015*. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/matieres/pgmr/presentation.pdf>
- Ministère du Logement de l'Habitat durable. (2017). *Charte ÉcoQuartier*. Repéré à http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/IMG/pdf/mise_en_page-25-01-charte_eq_2017.pdf
- Nature Fibres. (s. d.). Écomatériaux. *Nature Fibre*. Repéré à <http://www.naturefibres.com/>
- Nomad Coliving. (s. d.). The nomad coliving project. Nomad Coliving, section About. Repéré à <https://www.nomadcoliving.com/about>
- Observatoire de la Consommation responsable (OCR). (2018). Baromètre de la consommation responsable Édition 2018. *OCR, section Baromètre*. Repéré à <https://ocresponsable.com/barometre-de-la-consommation-responsable-edition-2018/>
- Occupation temporaire. (2018). 186 questions sur l'occupation temporaire. *Occupation temporaire*. Repéré à <http://occupationtemporaire.brussels/>
- Ordre des Architectes du Québec (OAQ). (2014a). Écoquartier : Quête de sens. *OAQ, section Archives en HTML – Vie au travail*. Repéré à https://www.oaq.com/esquisses/archives_en_html/vie_au_travail/tout_le_reste/ecoquecoquar.html
- Ordre des Architectes du Québec (OAQ). (2014b). Matériau 2.0 : De la pitoune au génie. *OAQ, section Bois – Dossier*. Repéré à https://www.oaq.com/esquisses/archives_en_html/bois/dossier/materiau_20.html
- Ordre des Architectes du Québec (OAQ). (2018). Écomatériaux : Nouveautés made in Québec. *OAQ, section Dossier – Écomatériaux*. Repéré à <https://www.oaq.com/esquisses/dossier/ecomateriaux.html>
- Paquin, J. (2017). Consommez l'eau intelligemment! Les bons conseils de notre experte. *Écohabitation, section Guides – Mécanique du bâtiment*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/3276/consommez-leau-intelligemment-les-bons-conseils-de-notre-experte/>
- Paradis Bolduc, L. (2016). Avantages et désavantages des toits végétalisés. *Écohabitation, section Guides – Murs et toitures*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/2465/avantages-et-desavantages-des-toits-vegetalises/>

- Peters, A. (2017). Coliving isn't just for startups: a giant developer is building upscale dorms for adults. *Fast company*. Repéré à <https://www.fastcompany.com/40420420/coliving-isnt-just-for-startups-a-giant-developer-is-building-upscale-dorms-for-adults>
- Philips. (s. d.). Reshaping the way we do business. *Philips, section services – Circular lighting, ensuring sustainability*. Repéré à <http://www.lighting.philips.co.uk/services/circular-lighting>
- PlanetReuse. (2019). Mission. *PlanetReuse, section About – Mission*. Repéré à <https://planetreuse.com/pages/mission>
- Pointe-Claire. (s. d.). Toilettes à faible débit. *Pointe-Claire, section Environnement – Subvention*. Repéré à <https://www.pointe-claire.ca/fr/toilettes-a-faible-debit/>
- Preservation Lab. (2016). *The Greenest Building: Quantifying the Environmental Value of Building Reuse*. Repéré à https://living-future.org/wp-content/uploads/2016/11/The_Greenest_Building.pdf
- Pronovost, F. (2012). L'euthanasie d'un édifice. *VoirVert, section Communauté – Blogues*. Repéré à <http://www.voirvert.ca/communaute/blogues/francis-pronovost/l%E2%80%99euthanasie-d%E2%80%99un-edifice>
- Property Markets Group (PMG). (s. d.). Echo Brickell. *PMG, section Portfolio*. Repéré à <http://propertymg.com/portfolio/echo-brickell/>
- Québec circulaire. (s. d.). Stratégies de circularité. *Québec circulaire, section Stratégies de circularité – Location*. Repéré à <https://www.quebeccirculaire.org/static/strategies-de-circularite.html>
- Rambert, A. et Robin, J. (2018). Pour cesser d'alourdir notre bilan carbone. *Urbanité, printemps / été 2018*. P.23 à 25. Repéré à <https://ouq.qc.ca/wp-content/uploads/2018/06/urbanite-printemps-ete2018-lowres.pdf>
- RECYC-QUÉBEC. (s. d.a). Soutien aux installations de tri de résidus de construction, rénovation et démolition (CRD). *RECYC-QUÉBEC, section Entreprises et organismes – Mieux gérer*. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/entreprises-organismes/mieux-gerer/aide-financiere-entreprises-organismes/aide-financiere-installation-de-tri-residus-de-construction-renovation-demolition>
- RECYC-QUÉBEC. (s. d.b). Collecte des matières organiques dans les multilogements. *RECYC-QUÉBEC, section Municipalités – Matières organiques*. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/municipalites/matieres-organiques/recyclage-residus-verts-alimentaires/implanter-optimiser-collecte/collecte-multilogements>
- RECYC-QUÉBEC. (s. d.c). Notre mission, vision, mandat et nos valeurs. *RECYC-QUÉBEC, section À propos de RECYC-QUÉBEC – Qui sommes-nous?* Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/a-propos/qui-sommes-nous/mission-vision-mandat-valeurs>
- RECYC-QUÉBEC (2015). *Rapport synthèse : Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013*. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/carac-2012-2013-rapport-synthese.pdf>

RECYC-QUÉBEC. (2018a). Résidus de construction, de rénovation et de démolition (CRD). Montréal, Québec.

RECYC-QUÉBEC. (2018b). Étude sur le gypse résiduel au Québec : Analyse de la filière de recyclage. Deloitte

RECYC-QUÉBEC. (2019). *Réduction à la source*. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/Fiche-info-reduction.pdf>

Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, Q2, r.4,1

Ressources naturelles Canada. (2014). Récupération de la chaleur des eaux de drainage. *Ressources naturelles Canada, section Énergie – Efficacité énergétique*. Repéré à <https://www.rncan.gc.ca/energie/produits/categories/chauffe-eau/14569>

Ressources naturelles Canada. (2019). Énergie star pour les produits. *Ressources naturelles Canada, section énergie – efficacité énergétique*. Repéré à <https://www.rncan.gc.ca/energie/produits/energystar/12520>

Ré-Utiles. (s. d.). Matériauthèque. *Ré-Utiles, section Nos actions – Matériauthèque*. Repéré à <http://www.reutiles.com/nos-actions/materiautheque/#>

Robinson, M. (2017). Millennials are paying thousands of dollars a month for maid service and instant friends in modern 'hacker houses'. *Business insider*. Repéré à <https://www.businessinsider.com/what-is-co-living-2017-2>

Roux, M. (2018). Écomatériaux : Nouveautés made in Québec. *OAQ, section Esquisses – Dossier*. Repéré à <https://www.oaq.com/esquisses/dossier/ecomateriaux.html>

Roux, M. (2019). Ma maison est végé. *L'actualité, Février 2019 (PP 43362040)*, 60-65.

Roy, M-L. (2015). Faire son nid #4 : les technologies d'économie d'énergie. *La maison du 21^e siècle, section construction verte*. Repéré à <https://maisonsaine.ca/construction-verte/faire-son-nid-4-les-technologies-deconomie-denergie.html>

SCS Global Services. (s. d.). Buildings and interiors. *SCS Global Service, section Services*. Repéré à <https://www.scsglobalservices.com/services/buildings-and-interiors>

Second Use. (2017a). We are a Community Business. *Second Use, section About*. Repéré à <http://seconduse.com/about/>

Second Use. (2017b). We save materials. You save money. *Second Use, section Salvage*. Repéré à <http://seconduse.com/salvage/contractors/>

Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL). (2018). New Housing Construction Activity. *SCHL, section Housing market information* Repéré à <https://www03.cmhc-schl.gc.ca/hmip-pimh/en#Profile/24/2/Quebec>

- Solon. (2018). Celsius. *Solon, section Action - Celsius*. Repéré à <https://solon-collectif.org/actions/celsius/>
- State of Green, Danish Energy Agency et Danish Board of District Heating. (s. d.) *District Heating: Danish experiences*. Repéré à <https://stateofgreen.com/files/download/1674>
- Statista. (2018). Average number of people per household in the United States. *Statista, section Society – Demographics*. Repéré à <https://www.statista.com/statistics/183648/average-size-of-households-in-the-us/>
- Statistique Canada. (2010). Se rendre au travail: résultats de l'Enquête sociale générale de 2010. Statistique Canada, section Publications – 11-008-X. Repéré à <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-008-x/2011002/article/11531-fra.htm>
- Statistique Canada. (2011). Les logements en condominium au Canada. *Statistique Canada, section Produits analytiques, 2011*. Repéré à https://www12.statcan.gc.ca/nhs-enm/2011/as-sa/99-014-x/99-014-x2011003_1-fra.cfm
- Statistique Canada. (2016). Profil du recensement, Recensement de 2016. *Statistique Canada, section Programme du recensement – Produits de données, Recensement de 2016*. Repéré à <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/Page.cfm?Lang=F&Geo1=PR&Code1=24&Geo2=&Code2=&Data=Count&SearchText=Qu%C3%A9bec&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All&GeoLevel=PR&GeoCode=24>
- Tanguay, G. A. et Lachapelle, O. (2018). *Impact potentiel du télétravail sur le comportement en transport, la santé et les heures travaillées au Québec*. Repéré à <https://www.cirano.qc.ca/files/publications/2018RP-05.pdf>
- Technopôle Angus. (2019). Nouvel écoquartier. *Technopôle Angus, section Quartier – Nouvel écoquartier*. Repéré à <https://www.technopoleangus.com/phase-2/>
- Temmerman, L. (2015). *Formation Bâtiment Durable : Matériaux Durables : comment choisir?* Repéré à https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/pres_20150326_mat_1_4ptat_fr.pdf
- The Athena Institut. (2004). *Minnesota demolition survey: phase two report*. Repéré à http://www.athenasmi.org/wp-content/uploads/2012/01/Demolition_Survey.pdf
- The Collective. (s. d.). Co-living is a new way to rent in cities. *The Collective, section co-living*. Repéré à <https://www.thecollective.com/co-living/>
- Toronto Environmental Alliance (TEA). (s. d.a). Construction & air pollution. *TEA, section Construction pollution*. Repéré à https://www.torontoenvironment.org/construction_pollution
- Toronto Environmental Alliance (TEA). (s. d.b.). *Construction best practices chart*. Repéré à https://d3n8a8pro7vhm.cloudfront.net/toenviro/pages/3415/attachments/original/1539580651/TEA_Construction_Best_Practices_Chart_final.pdf?1539580651

- Toronto Environmental Alliance (TEA). (s. d.c) *Mayfair on the Green: A zero waste success story*. TEA, *section Zero Waste Toronto*. Repéré à https://www.torontoenvironment.org/zerowaste_mayfair
- Toronto Environmental Alliance (TEA). (2017). *Zero waist spotlight: Mayfair on the Green* [video internet]. Toronto, Ontario.
- Transition énergétique Québec. (s. d.) *Mission*. *Transition énergétique Québec, section À propos de TEQ – Mission*. Repéré à <http://www.transitionenergetique.gouv.qc.ca/a-propos-de-teq/mission/#.XKT62s9KjBI>
- Transition énergétique Québec. (2017). *Isolation*. *Transition énergétique Québec, section Mon habitation*. Repéré à <http://www.transitionenergetique.gouv.qc.ca/mon-habitation/conseils-pratiques/isolation/#.Xlvkes9KjBI>
- Transition énergétique Québec. (2018). *Conjuguer nos forces pour un avenir énergétique durable : Plan directeur en transition, innovation et efficacité énergétiques du Québec 2018-2023*. Repéré à http://www.transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/plan-directeur/TEQ_PlanDirecteur_web.pdf#page=92
- United States Environmental Protection Agency [EPA]. (s. d.). *Heat Island Effect*. EPA, *section Heat island*. Repéré à <https://www.epa.gov/heat-islands>
- Ville de Montréal. (s. d.a). *Toiture et revêtement extérieur*. *Ville de Montréal, section Ville-Marie – Services aux citoyens*. Repéré à http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7317,140625666&_dad=portal&_schema=PORTAL
- Ville de Montréal. (s. d.b). *Toitures*. *Ville de Montréal, section Rosemont – La Petite-Patrie – Services aux citoyens*. Repéré à http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7357,82733669&_dad=portal&_schema=PORTAL
- Vivre en Ville. (s. d.). *À propos de Vivre en Ville*. *Vivre en Ville, section À Propos*. Repéré à <https://vivreenville.org/a-propos/a-propos.aspx>
- Waist and Resources Action Programme (WRAP). (s. d.). *Waste reduction potential of offsite volumetric construction*. Repéré à <http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/VOLUMETRIC%20-%20Full%20case%20study.pdf>
- Whitehead, F. (2014, 20 août). *Lessons from Denmark: how district heating could improve energy security*. *The Guardian*. Repéré à <https://www.theguardian.com/big-energy-debate/2014/aug/20/denmark-district-heating-uk-energy-security>
- Whitmore, J. et Pineau, P.-O. (2018). *État de l'énergie au Québec 2018*. Repéré à http://batimentdurable.ca/fichiers/depot/eeq2018_web-final.pdf

Yorkon. (s. d.). Sustainable off-site construction. *Yorkon, section Environment*. Repéré à <https://www.yorkon.co.uk/environment>

Zizi, B. (2013). Un système de récupération des eaux grise 100% québécois. *Écohabitations, section Guides – Mécanique du bâtiment*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/1404/un-systeme-de-recuperation-des-eaux-grises-100-quebecois/>

BIBLIOGRAPHIE

- ADEME. (2017). Bâtiment à énergie positive. *ADEME, section Expertises – Bâtiment*. Repéré à <https://www.ademe.fr/expertises/batiment/quoi-parle-t/batiments-a-energie-positive>
- Cliche, J. (2010). *Réduction à la source : fiches informatives*. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/Fiche-info-reduction.pdf>
- Fondation Ellen MacArthur. (s. d.) *Circular business models for the built environment*. Repéré à https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/ce100/CE100-CoPro-BE_Business-Models-Interactive.pdf
- Habitations durables. (s. d.). *Victoriaville Habitation Durable : C'est rentable et responsable*. Repéré à <http://www.habitationdurable.com/victoriaville/>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MDDELCC). (2019). *Redevances pour l'élimination de matières résiduelles. MDDELCC, section Matières résiduelles – Redevances pour l'élimination*. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/matieres/inter.htm>
- Patenaude, M., (s. d.) *Écomatériaux et certification du bâtiment durable. Voir Vert, section Écomatériaux – certification*. Repéré à <http://www.voirvert.ca/%C3%A9comat%C3%A9riaux/certifications>
- Réseau Éco Habitat. (s. d.). *Les écomatériaux. Réseau Éco Habitat, section Écomatériaux*. Repéré à <http://www.reseau-ecohabitat.fr/ecomateriaux/>

ANNEXE 1 - AMPLEUR RELATIVE DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES DUES AUX ACTIVITÉS DE CONSTRUCTION (tiré de ADEME, 2017a p.27)

Cette annexe présente un tableau de l'ampleur des émissions de polluants atmosphériques relatives aux activités de construction par rapport à une échelle de 1 à 3, 3 étant plus polluant que 1.

Tableau A.1 Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction (tiré de ADEME, 2017a p.27)

Opérations générant des émissions dans les travaux du bâtiment et du génie civil	Emissions non issues des moteurs		Emissions des moteurs
	Poussières	COV, gaz (solvants, etc.)	NOx, CO, CO2, particules, COV, HC, etc.
Installations de chantier, en particulier voies de circulation	3	1	2
Défrichage	2	1	2
Démolition, démantèlement et démontage	3	1	2
Protection des constructions : en particulier travaux de forage, béton projeté	2	1	2
Étanchéités des ouvrages en sous-sol et des ponts	2	3	1
Terrassements (aménagement extérieurs et travaux de végétalisation, drainage compris)	3	1	3
Fouilles en pleine masse	3	1	3
Corrections de cours d'eau	3	1	3
Couches de fondation et exploitation de matériaux	3	1	3
Travaux de revêtement	2	3	3
Voies ferrées	2	1	3
Béton coulé sur place	1	1	2
Excavations	3	2	3
Travaux de second œuvre pour voies de circulation, en particulier marquages des voies de circulation	1	3	1
Béton, béton armé, béton coulé sur place (travaux de génie civil)	1	1	2
Travaux d'entretien et de protection du béton, forages et coupes dans le béton et la maçonnerie	3	1	1
Pierre naturelle et pierre artificielle	2	1	1
Couvertures : étanchéités, revêtements	1	3	1
Étanchéités et isolations spéciales	1	3	1
Crépissages de façade : crépis et enduits de façade, plâtrerie	2	2	1
Peinture (extérieure et intérieure)	2	3	1
Revêtements de sol, de paroi et de plafond en bois, pierre artificielle ou naturelle, plastique, textile et fibre minérales (fibres projetées)	2	2	1
Nettoyage du bâtiment	2	2	1

ANNEXE 2– LES DÉBOUCHÉS DES MATÉRIAUX DE CRD EN FIN DE VIE (tiré de RECYC-QUÉBEC, 2018a, p.7)

Cette annexe présente de manière synthétique les principaux débouchés des matériaux de CRD à leur sortie des centres de tri.

Tableau A.2 Résumé des marchés et des débouchés par matière produite par les centres de tri de résidus de CRD

Matière	Marché	Produit(s)	Débouché(s)
Bois	Recyclage	Bois broyé	Fabricants de panneaux (de particules ou insonorisants)
	Valorisation énergétique	Bois broyé	Serres, industries papetières, cimenteries
Gypse	Recyclage	Poudre de gypse Carton	Fabricants de panneaux, cimenteries, industries agricoles
Bardeaux d’asphalte	Recyclage	Bardeau décheté Pierre bitumineuse	Fabricants d’asphalte
	Valorisation énergétique	Carton bitumineux	Cimenteries
Agrégats	Recyclage	Matériel granulaire	Fabricants d’asphalte, fabricants de béton
Métaux	Recyclage	Métaux mélangés	Ferrailleurs, déchiqueteurs, fonderies
Carton	Recyclage	Carton ondulé	Industries papetières
Plastiques	Recyclage	Plastiques mélangés	Conditionneurs et recycleurs
	Valorisation énergétique	Plastiques mélangés (sans PVC)	Conditionneurs et cimenteries

ANNEXE 3- GUIDE DES PRATIQUES INNOVANTES EN ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LE DOMAINE DE LA CONSTRUCTION RÉSIDENIELLE MULTIOGEMENTS AU QUÉBEC

Dans l'annexe suivante, un guide des pratiques innovantes en économie circulaire dans le milieu de la construction résidentielle multilogements au Québec a été élaboré. Celui-ci permettra aux parties prenantes d'avoir accès aux solutions retenues dans cet essai de manière concise, pratique et pédagogique.

GUIDE DES PRATIQUES INNOVANTES

EN ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LE MILIEU DE LA CONSTRUCTION
RÉSIDENTIELLE MULTILOGEMENTS AU QUÉBEC





TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
La conception	5
La construction	9
L'utilisation	12
La fin de vie	17
Conclusion	19

Introduction

Ce guide a été élaboré dans le but d'informer, d'éduquer et d'inspirer les décideurs, constructeurs, développeurs, résidents et gestionnaires d'immeubles sur les bonnes pratiques en économie circulaire dans le domaine de la construction résidentielle multilogements au Québec. Étant donné le peu de recherches ayant été élaborées en ce sens dans la province, il a donc été jugé pertinent d'éclairer la population à ce sujet.

Le domaine de la construction étant l'un des secteurs consommant le plus de ressources naturelles et générant également une grande quantité de matières résiduelles, il est primordial de changer les habitudes de consommation et de passer vers une économie plus circulaire. Mondialement, 40 % de l'électricité est utilisée pour alimenter les bâtiments (Équiterre, 2017). À l'échelle internationale, la filière de l'habitation absorbe environ 40,6 milliards de tonnes de matériaux issus de ressources naturelles, ce qui représente un peu moins de la moitié de tous les matériaux injectés dans nos systèmes économiques par année (Circle Economy, 2019). De plus, l'industrie de l'infrastructure et de l'habitation est responsable de l'émission annuelle d'environ le cinquième

des émissions de gaz à effet de serre (GES) mondialement (Circle Economy, 2019). Il est donc primordial de prendre en compte le bâti afin de réduire les impacts environnementaux provinciaux.



En amont de l'élaboration de ce guide, un diagnostic de la situation québécoise dans le domaine de la construction résidentielle multilogements a été fait, afin de comprendre les faiblesses, les freins et les enjeux de cette industrie. Par la suite, des solutions internationales, nationales et provinciales ont été présentées en réponse à ce diagnostic. Celles-ci ont ensuite fait l'objet d'une analyse multicritère afin de déterminer celles qui étaient les plus pertinentes et facilement implantables au Québec, tout en ayant de fortes retombées environnementales. Ce sont ces solutions qui sont présentées dans ce guide.

Ce guide est divisé en quatre sections, selon le cycle de vie d'un bâtiment, en commençant par la conception, puis la construction, l'utilisation et la fin de vie. Pour chacune d'entre elles, les solutions sont présentées selon le schéma de l'économie circulaire de l'Institut EDDEC ci-dessous.

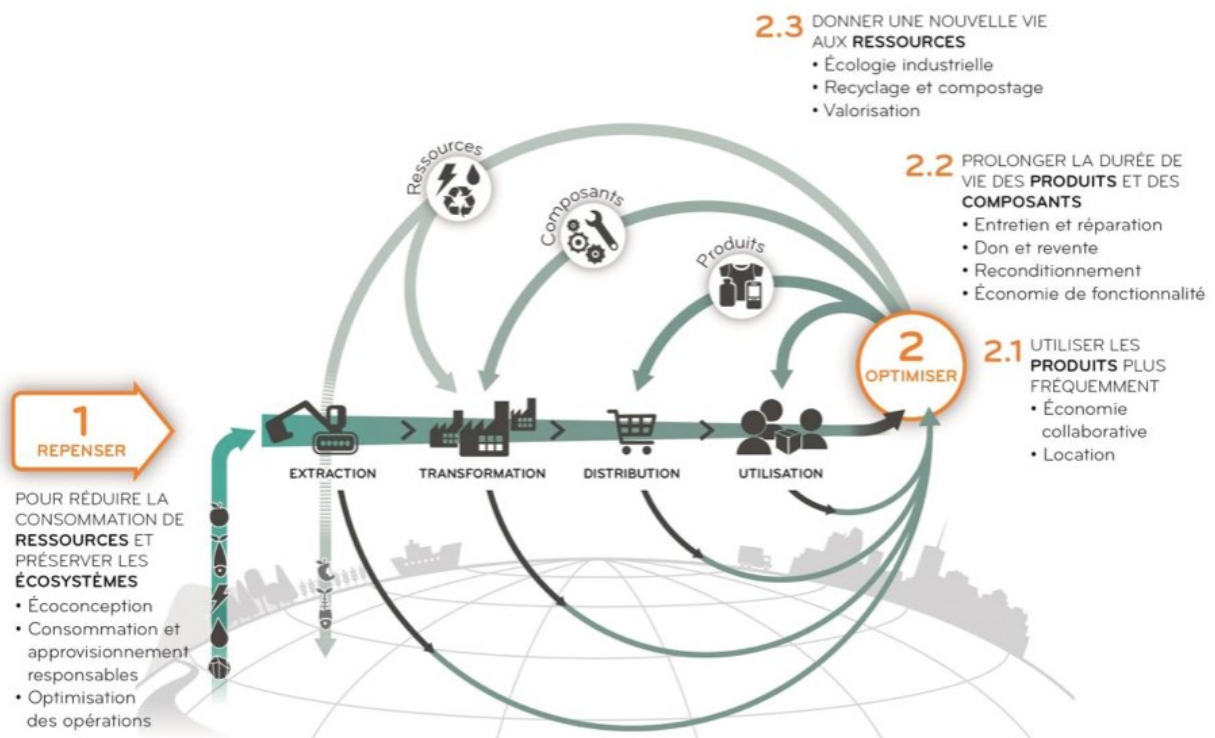


Figure 1.1 Les stratégies d'économie circulaire (tiré de l'institut EDDEC, 2018)

L'économie linéaire est le mode de production et de consommation actuel, où des matières sont extraites, transformées, utilisées et jetées. L'économie circulaire, qui s'oppose à l'économie linéaire, est définie par le Pôle québécois de concertation sur l'économie circulaire comme étant :

« [Un] système de production, d'échange et de consommation visant à optimiser l'utilisation des ressources à toutes les étapes du cycle de vie d'un bien ou d'un service, dans une logique circulaire, tout en réduisant l'empreinte environnementale et en contribuant au bien-être des individus et des collectivités. »

(Institut EDDEC, 2015)

C'est un modèle d'activité permettant d'innover autant sur le plan des produits et services que sur le plan des procédés, avec la création de nouveaux modèles d'affaires permettant de minimiser l'exploitation des ressources naturelles. Les matières qui ne sont plus utilisées ne sont pas perçues comme étant des déchets, mais bien comme des ressources pouvant être réutilisées, que ce soit telles quelles ou dans un nouveau produit (Athanassiadis, 2017).



Les consommateurs, les gestionnaires, les acteurs municipaux et gouvernementaux ainsi que les organisations sont des piliers importants pour la transition vers l'économie circulaire. Elle ne pourrait se faire sans eux, car ce sont eux qui détiennent un pouvoir d'achat (Québec circulaire, s. d.b). Par leur consommation et leur approvisionnement responsables, ils peuvent inciter le développement de nouvelles offres plus durables et locales (Québec circulaire, s. d.b). Par


exemple, lors de la construction d'un édifice résidentiel multilogements, l'entrepreneur peut se tourner vers des matériaux biosourcés locaux ou encore des matériaux issus du réemploi, encourageant le développement de ces marchés. De plus, le consommateur prend un autre rôle dans cette nouvelle économie. Il devient majoritairement utilisateur d'un bien sans être propriétaire de celui-ci. Mais de manière plus importante, il décide du sort d'un produit lors de sa fin de vie. En construction, ceci peut se traduire par le choix de la déconstruction au lieu de la démolition.

Ce guide abordera des solutions applicables à plusieurs parties prenantes du secteur résidentiel multilogements. Ces parties prenantes seront représentées par des icônes permettant d'identifier facilement chaque solution les concernant, tels qu'illustrés dans la légende ci-dessous.

LÉGENDE DES PARTIES PRENANTES

Gestionnaires

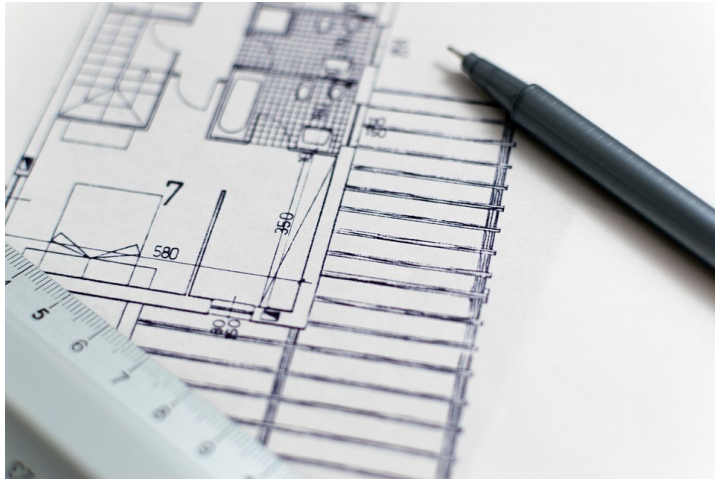
Contracteurs d'immeubles Utilisateurs Concepteurs Gouvernements Municipalités





La Conception

La conception est une phase très importante dans le cycle de vie d'un bâtiment, car elle détermine l'essence même du bâtiment et induit donc toutes les phases subséquentes. Celle-ci peut amener



beaucoup de solutions afin d'améliorer la circularité du secteur du bâtiment, car un grand nombre de décisions doivent être prises lors de cette étape. De plus, c'est une étape capitale pour toute la durée de vie d'un bâtiment. Les solutions amenées pour cette phase touchent toutes les parties prenantes ; cependant, elles sont plus pertinentes

pour les contracteurs ainsi que les concepteurs qui sont intrinsèquement impliqués dans cette phase. Par ailleurs, le gouvernement et les municipalités jouent un rôle important afin d'encourager les bonnes pratiques.

Les bâtiments carbone zéro



Une façon de réinventer le domaine du bâtiment est de repenser son mécanisme et ses différents flux d'énergie. Les bâtiments à carbone zéro ne sont pas, à proprement parler, des producteurs d'énergie. Cependant, ils permettent d'avoir une empreinte carbone nulle, et donc, d'annuler les émissions de GES liées au cadre bâti (Conseil du bâtiment durable du Canada [CBDCa], 2017). Au Canada, la norme du bâtiment à carbone zéro du CBDCa offre aux constructeurs de nouvelles bâtisses résidentielles la possibilité



d'être certifiés Bâtiment à carbone zéro – Design + Performance. Cette norme encourage et structure une approche de bâtiment zéro carbone qui est essentielle à l'atteinte des cibles fixées lors de la Conférence des parties (COP) 21, notamment en ce qui concerne : « l'élimination des émissions de GES liés à l'exploitation de nouveaux bâtiments » (CBDCa, 2017). De plus, elle permet d'avoir une idée de l'empreinte carbone d'un bâtiment. Les propriétaires de bâtiments certifiés carbone zéro peuvent donc avoir une meilleure idée des émanations qu'ils produisent, afin de pouvoir ainsi améliorer leur bilan carbone et compenser pour leurs impacts.

L'écoconception du bâtiment

Lors de la phase de conception, il est important que les architectes et les designers prennent en compte non seulement la provenance des matériaux et produits, mais aussi leur **potentiel de réutilisation ou de recyclage** (Circle Economy et ABN AMRO, 2017). Ceci permettra de réutiliser les matières et ainsi, de fermer la boucle. Il faut donc que les matériaux soient **facilement démontables sans affecter leur qualité**, afin qu'ils soient réutilisés ailleurs. Les matériaux choisis devraient donc être **écoconçus**, permettant de réduire l'extraction de matières premières en amont et la production de déchets en aval. De plus, **la standardisation des unités** permet généralement de réduire les résidus (Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, 2006). Par exemple, si les plafonds sont tous de la même hauteur, il est plus facile de prévoir la quantité et la grandeur des panneaux de gypse à acheter. L'utilisation de panneaux de la même hauteur que le plafond permet d'éviter la production de retailles et donc de résidus.

L'approvisionnement responsable dans le choix des matériaux



Une politique d'approvisionnement responsable intégrant des critères environnementaux et d'économie circulaire peut être développée au sein de l'entreprise œuvrant dans le domaine de la construction résidentielle multilogements, afin de s'assurer que le processus d'achat soit simple et que les produits choisis aient peu d'impact environnemental (Couture, Arseneault, 2011).

La provenance, le mode de transport, les conditions de production et la traçabilité peuvent faire partie de ces critères (Alliance HQE- GBC France, 2018).

Il est important de **prioriser les matériaux réemployés** étant déjà en circulation ; de cette manière, une circularité sera créée et aucune matière ne sera extraite. Par la suite, **les matériaux biosourcés** sont à envisager car si elle est renouvelable, l'extraction de la ressource ne cause pas un déficit non réversible au stock mondial. Ce sont des matériaux définis comme étant issus de biomasses dont la toxicité peut varier selon le processus de transformation (Ordre des architectes du Québec [OAQ], 2018).

Pour certaines composantes d'un bâtiment, le réemploi est difficile et les matériaux biosourcés ne sont pas disponibles. Il faut donc que les concepteurs se tournent vers des matériaux à attributs environnementaux. La prochaine étape est donc de **chercher ceux qui ont le plus d'attributs environnementaux**, notamment ceux qui sont **locaux**. Pour ce faire, des certifications peuvent les guider et les renseigner, notamment sur la toxicité des matériaux, comme Greenguard, Green Seal, SCS Global Services et bien d'autres. Toutes ces certifications peuvent guider les choix des entrepreneurs et des concepteurs, car il y a une abondance de produits différents sur le marché et parfois, il peut être difficile de faire un choix.



Finalement, utiliser des **matériaux faits à partir de matières recyclées** est aussi une façon de réduire l'extraction de matières premières et donc, de préserver les écosystèmes.



Pour en savoir plus, visitez le site [Voirvert.ca](http://www.voirvert.ca) qui regroupe les différentes certifications de matériaux de construction offertes au Québec.

http://www.voirvert.ca/savoir/ressources/certifications_produits



La Construction

La construction est une phase d'application de la conception, donc il y a moins de solutions à appliquer, car il s'agit de mettre en pratique ce qui a été prévu en amont. Cependant, des solutions peuvent être appliquées à l'échelle du chantier lui-même, et dans sa logistique.

La construction modulaire

Typiquement, la construction d'un bâtiment se fait sur site. Cette pratique peut entraîner de nombreux polluants. Lorsque la majorité des manœuvres se font en usine, dans un milieu fermé et contrôlé, il est **plus facile d'éviter certaines pollutions atmosphériques** (Fondation Ellen MacArthur, 2013). Bien entendu, l'excavation et les fondations doivent se faire de manière conventionnelle, entraînant leur part de poussières et de transports de lourdes charges. Cependant, la construction de la structure du bâtiment résidentiel multilogements peut être faite en usine, permettant notamment **d'écourter la période de construction**, de **mieux gérer les**



résidus de construction, rénovation et démolition (CRD) à la source, ainsi que **d'intégrer une standardisation des unités** (Fondation Ellen MacArthur, 2013) (Wrap, s. d.). La standardisation accélère le processus de construction et facilite la gestion de la quantité de matériaux nécessaires. De plus, le contrôle que procure la

production à la chaîne minimise les erreurs et assure un standard de qualité. La modularité des structures aide non seulement à l'assemblage et au désassemblage des composantes d'un bâtiment, mais aussi à ceux de sa structure elle-même. De ce fait, des unités peuvent être

déplacées et réemployées dans un autre emplacement, où le besoin est nécessaire (Fondation Ellen MacArthur, 2013).

La gestion des matières résiduelles sur les chantiers

Lorsque vient le temps pour l'entrepreneur de gérer ces résidus sur le chantier, **il est important qu'il applique les principes circulaires**. Il convient de mentionner, en premier lieu, que ce qui est le plus pertinent à faire, avant même de récupérer et gérer ces matières, est de réduire à la source les matériaux, les réemployer, ainsi qu'allonger la durée de vie d'un bâtiment, afin que ces ressources soient utilisées à leur plein potentiel (RECYC-QUÉBEC, 2018). Lorsque les matières sont utilisées, il est important de faire du tri à la source, c'est-à-dire sur le chantier, des résidus. Cette pratique permet de minimiser la contamination des matériaux tels que le gypse, et donc



d'augmenter leur potentiel de recyclage. De plus, **le bon entreposage** à même le site de construction est très important pour garder les matériaux en bonne condition d'utilisation (Defra, 2008).

La location de services

L'économie de fonctionnalité sur un chantier de construction peut se traduire par une multitude de services. L'intégration de ce principe permet d'introduire une logique servicielle de l'offre, c'est-à-dire **qu'on n'achète plus un bien, mais on loue son service** (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie [ADEME], 2017). Ceci peut se décliner de plusieurs manières, selon l'entente contractuelle. Le produit peut être acheté ou loué avec **des services complémentaires**, par exemple son entretien tout au long de son cycle de vie. Ce modèle contribue à l'économie circulaire, car il est **axé sur la valeur immatérielle créée**, et non sur le volume de biens créés (ADEME, 2017). Ce modèle économique pourrait se traduire par plusieurs types de services dans

un immeuble multilogements.

Par exemple, l'équipe de plombier pourrait offrir un service de maintenance et de réparation tout au long de la durée de vie du produit, ce qui permettrait d'ajouter une plus-



value. Ces compagnies pourraient rester propriétaires des mobiliers tels que les baignoires, les lavabos, les robinetteries. Ce type de modèle d'entreprise pourrait aussi être appliqué aux compagnies de climatisation, chauffage ainsi qu'aux électriciens.



L'utilisation

Lors de la phase d'utilisation, les solutions apportées sont en lien avec la gestion du bâtiment ainsi que la collaboration des occupants. L'entrepreneur et les utilisateurs ont des choix à faire tout au long de cette phase, qui est la plus longue du cycle de vie (Athanassiadis, 2017).

La récupération de chaleur d'eau

Pour une résidence, l'eau chaude peut représenter plus de 20 % de la facture en électricité annuellement, soit la deuxième plus grande source de consommation d'énergie, après le chauffage et la climatisation (Hydro-Québec, s. d.a). L'ajout d'un **système de récupération de chaleur des eaux de drainage** permettrait de réduire ce pourcentage (Écohabitation, 2018). Plusieurs mécanismes sont disponibles, tels que les systèmes à la verticale ou à l'horizontale. Ils permettent de récupérer la chaleur des eaux de drainage afin de préchauffer l'eau froide entre l'entrée d'eau et le chauffe-eau (Ressources Naturelles Canada, 2014). Ce système permet donc de **minimiser la consommation de ressources énergétiques en optimisant l'utilisation de la chaleur de l'eau** et en tirant le maximum d'apport de cette ressource.

Les technologies passives

Les technologies intégrées aux habitations peuvent aider à **mieux contrôler la température ambiante des lieux de vie**, permettant ainsi de **réaliser des économies d'énergie**. Il existe deux types de technologies pour le chauffage et la climatisation : les passives, ne nécessitant pas d'entretien et les actives, ayant besoin de maintenance (Roy, 2015). **L'orientation de la majorité de la fenestration vers le sud**, qui crée un apport énergétique



solaire, est l'une des technologies passives les plus simples à implémenter (APCHQ, s. d.). Jumelée à des fenêtres à haut rendement énergétique, cette initiative permet une **meilleure isolation** ainsi qu'une source de **chauffage naturelle** (Roy, 2015).

De manière générale, les constructions sont isolées selon le minimum prescrit au code du bâtiment (Roy, 2015). Il est conseillé, pour une meilleure efficacité énergétique, de choisir un isolant dont le rendement est supérieur à la norme minimale (au moins R-30 ou R-40 pour les murs et R-60 pour le toit) (Roy, 2015).

Les accessoires de plomberie

Plusieurs accessoires de plomberie peuvent être achetés, tels que des **aérateurs de robinetterie** permettant une **moins grande densité d'eau** lors de l'écoulement (Hydro-Québec, s. d.b). Le même principe peut être appliqué aux douches en achetant des **pommes de douche à faible débit d'eau**, lesquelles utilisent un maximum de 6,6 l d'eau par minute (Écohabitation, 2018). Les



pommes de douche et aérateurs de robinet peuvent réduire le débit d'eau de 40 % par minute (Hydro-Québec, s. d.b). L'achat de **toilettes à faible débit** aide aussi grandement à la réduction de l'utilisation de l'eau (Paquin, 2017) (Boyer, 2013). Pour guider les acheteurs, les certifications LEED, WaterSense et

Maximum Performance Testing Program (MaP) assurent que l'appareil à faible débit est performant (Écohabitation, 2016). De plus, afin de créer un levier à l'achat de ces nouveaux appareils, les municipalités peuvent mettre en place des incitatifs financiers.

Pour en savoir plus, visitez le site d'Hydro-Québec qui explique bien les bénéfices des différents accessoires de plomberies permettant d'économiser de l'eau.

<http://www.hydroquebec.com/residentiel/mieux-consommer/eau-chaude/conseils.html>

Le système de récupération des eaux grises



L'installation d'un système de récupération des eaux grises permet d'**économiser l'eau**. Ces systèmes récupèrent les eaux grises provenant du lavage, des lavabos, des baignoires ainsi que des douches et rendent ces eaux claires et sans odeur, qui peuvent alors être redistribuées dans les toilettes ainsi que dans les systèmes d'irrigation extérieurs (Aquatris, s. d.). Si le complexe résidentiel multilogements prévoit un espace pour laver les voitures, l'eau grise réutilisable peut aussi être redistribuée dans un système d'approvisionnement spécialement fait pour cette activité (Aquatris, s. d.). Ce type de technologie permet de **créer une boucle d'approvisionnement courte à même le bâtiment** et réduire l'empreinte environnementale de celui-ci.

La rénovation plutôt que la nouvelle construction



Lorsqu'un bâtiment ne répond plus à la demande et qu'il est rendu désuet, **la rénovation est à privilégier plutôt que la démolition et la construction à neuf**. Cette stratégie permet d'**allonger la durée de vie du bâtiment**. Toutefois, il est important de considérer le type de rénovation. Les changements d'usage, par exemple transformer une ancienne usine en habitation, demandent un plus grand nombre de matières que lorsque l'usage reste le même (Preservation Lab, 2016). Dans ce cas, il est pertinent de faire une analyse de cycle de vie du projet afin d'évaluer l'impact environnemental de celui-ci. Au Québec, la pratique de la rénovation est encouragée par des crédits d'impôt, tels qu'ÉcoRénov, LogiRénov et RénoVert (APCHQ, 2018).



L'évolution du bâtiment et sa modularité



Afin qu'un bâtiment puisse bien vieillir dans le temps, il est important qu'il soit facilement modulable, c'est-à-dire que **son usage puisse être réversible** afin de répondre à divers besoins au fil du temps (Alliance HQE- GBC France, 2018). Cette modulation permet de partiellement **contrer les phénomènes de modes** inévitables au fil du temps, ce qui atténue l'obsolescence du bâtiment (Alliance HQE-GBC France, 2018).

L'entretien et la réparation du bâtiment



L'entretien et la réparation sont deux stratégies permettant de **prolonger la durée de vie d'un bâtiment et de ses équipements** (Québec Circulaire, s. d.a). Ils peuvent permettre d'éviter l'usure précoce des composantes d'un bâtiment (Athanassiadis, 2017). Selon les engagements contractuels, ces stratégies seront appliquées par l'utilisateur, le fabricant, le distributeur ou un organisme spécialisé (Québec Circulaire, s. d.a). L'économie de fonctionnalité vient redéfinir les rôles et les relations entre ces différents acteurs. Par exemple, si l'ascenseur est loué à travers un contrat reposant sur l'économie de fonctionnalité et que le service d'entretien et de réparation est ainsi assumé par le manufacturier, l'utilisateur n'a donc pas besoin de se préoccuper de ces tâches et de contacter un organisme spécialisé dans la réparation d'ascenseur. Il y a alors une décharge de responsabilité, selon les contrats d'achat ou de location des composantes du bâtiment.

La manière de gérer les réparations peut avoir un effet sur les retombées environnementales d'un projet. Effectivement, il est de mise de **privilégier la réparation, la réutilisation et le réemploi au lieu de jeter et remplacer un matériau** ou une composante du bâtiment. Pour ce faire, il faut



que les produits et les matériaux choisis lors de la phase de la conception et de la construction soient **facilement démontables et réparables**, d'où l'importance de choisir des composantes écoconçues. Mais encore, il est tout aussi important de **faire le choix de matériaux durables lors de la**

phase de conception, afin d'allonger la durée de vie, non seulement du bâtiment, mais aussi de ses matériaux (Athanassiadis, 2017).

La gestion des matières résiduelles

La gestion des matières résiduelles comporte un grand nombre de défis lorsqu'elle s'applique à des habitations multilogements, spécialement si celles-ci n'ont pas d'infrastructures adaptées pour faire la collecte à trois voies. Cependant, plusieurs solutions sont possibles pour faciliter la gestion des matières résiduelles d'un bâtiment afin de tendre vers le mouvement zéro déchet. Afin de faciliter le processus de collecte des matières résiduelles, **la chute à déchets peut être convertie en chute pour les matières organiques**. Des **sacs de recyclage peuvent être donnés gratuitement** aux résidents à chaque semaine. De plus, **d'autres types de collectes peuvent être offerts**. Les batteries, les appareils électroniques, les médicaments et l'huile à cuisson peuvent être récoltés dans un espace collectif (TEA, 2017). De plus, **un espace commun peut être ouvert à l'échange d'objets**. Lorsqu'un résident ne veut plus, par exemple, d'un chaudron, il peut le laisser dans l'espace désigné et un autre résident peut en prendre possession.

Ces multiples initiatives, **jumelées avec des incitatifs éducatifs** ainsi qu'un **personnel dévoué**, peuvent faciliter le tri à la source des matières résiduelles ménagères et améliorer le taux de récupération et de recyclage. **L'information, la sensibilisation et l'éducation** (ISÉ) sont importantes pour la participation des résidents mais aussi pour les gestionnaires d'immeubles (RECYC-QUÉBEC, s. d.). Ce type d'initiatives est idéal lorsqu'un entrepreneur ne veut pas faire d'investissements importants en ce qui concerne les équipements de collecte.

L'exemple du Mayfair on the Green, situé en Ontario est très intéressant.

Cet édifice de plus de 25 ans comprend 283 unités et loge environ 1 000 résidents (TEA, 2017). Le taux de matières résiduelles envoyées à l'enfouissement est estimé à 15 % comparativement à une moyenne de 72 % pour les multilogements torontois (TEA, 2017).

Pour en savoir plus, sur la bonne gestion des matières résiduelles dans les bâtiments résidentiels multilogements, consultez le site de RECYC-QUÉBEC.

<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/municipalites/matieres-organiques/recyclage-residus-verts-alimentaires/implanter-optimiser-collecte/collecte-multilogements>



La fin de vie

Lors de la fin de vie d'un bâtiment, les solutions sont moins abondantes. Toutefois, la façon dont le bâtiment est démonté ainsi que le sort des matériaux sont primordiaux, car c'est à cet instant que les ressources emmagasinées dans l'immeuble peuvent revenir en circulation sur le marché, afin de créer un flux circulaire de matières (Demers, 2013).

La déconstruction

L'une des pratiques circulaires à prioriser vient rejoindre la phase de conception et concerne les bâtiments démontables. Il faut donc **planifier des matériaux résistants et des techniques d'assemblage pouvant être facilement détachables**. Cette pratique est encore peu connue et pratiquée au Québec. La déconstruction est à prioriser sur la démolition, car elle permet de **recupérer des matériaux en prévision de les réutiliser ultérieurement** tout en prévenant le décyclage (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019). Le décyclage est une technique de recyclage qui amoindrit la valeur intrinsèque d'une matière ne permettant plus de l'utiliser pour faire le même produit (Temmerman, 2015). La déconstruction est considérée comme une pratique plus environnementale que le recyclage des matériaux, car elle produit : « [...] environ 10 fois moins de GES, n'implique aucun réusinage et ne consomme pas d'énergie supplémentaire » (Demers, 2013, p. 16).

Initiative québécoise :

Dans le cas de la conversion de l'ancien couvent Mont-Jésus-Marie, à Outremont, en condominiums résidentiels, le dégarnissage intérieur du bâtiment a permis de garder les plinthes, les cadres de fenêtres et les portes datant d'environ 200 ans, afin de les réintégrer dans le Bâtiment 7, soit un établissement restauré dans le quartier Pointe-Saint-Charles, qui est à vocation communautaire (B. Demers, conversation téléphonique, 18 janvier 2019). De ce fait, en plus d'avoir permis de réaliser une déconstruction partielle, cette initiative aura sauvé une grande partie du patrimoine architectural du couvent.

Le réemploi des matériaux

Dans la pratique circulaire, le réemploi des matériaux issus d'une rénovation, transformation ou déconstruction, est perçu comme étant une pratique à favoriser, car il permet de **réduire l'extraction de matières premières**, en amont du cycle de vie des matériaux, et **d'allonger le cycle de vie** de ceux qui sont en circulation afin de les utiliser à leur plein potentiel. Par exemple, le bois de grange est un matériau réutilisé très populaire au Québec. Cette **création de boucles de flux de matières locales** que crée le réemploi de matériaux représente une partie intégrante de la stratégie de circularité car elle laisse les stocks de matières premières intègres et restreint l'accumulation de matières résiduelles tout en continuant de faire évoluer nos infrastructures. Ce type de matériaux réemployés peuvent être trouvés dans des centres de réemploi de matériaux ou sur des sites de déconstruction.



Initiatives québécoises :

La matériauthèque Ré-Utîles a notamment été soutenue dans le cadre d'un appel de proposition de RECYC-QUÉBEC (Ré-Utîles, s. d.). Cette matériauthèque se situe aux Îles-de-la-Madeleine, un territoire isolé. De ce fait, avant l'implantation du projet, les matériaux de construction ne provenaient pas de l'île et les résidus de CRD étaient majoritairement envoyés à l'extérieur du territoire (Ré-Utîles, s. d.). L'implantation d'une matériauthèque a permis de créer une certaine circularité des matériaux et donc, un approvisionnement local (Ré-Utîles, s. d.).

Dans la même veine, la matériauthèque Écochantier, située dans le Bas-Saint-Laurent, offre des matériaux de construction conventionnels et patrimoniaux. La spécificité de cette initiative est qu'il y a une boutique en ligne, ce qui permet de visionner les matériaux et de voir l'inventaire. De plus, ce projet initié par Co-éco et subventionné par RECYC-QUÉBEC est composé de deux centres de réemploi : un à Saint-Pascal et l'autre à Rivière-du-Loup. (Écochantier, s. d.)

Conclusion

Plusieurs solutions sont envisageables à différents niveaux de gouvernance. Les concepteurs, contracteurs, utilisateurs et gestionnaires d'immeubles ont tous un rôle clé à jouer dans ce changement. Cependant, le gouvernement est l'acteur ayant un rôle pivot pouvant faire avancer les choses plus rapidement, notamment en légiférant sur certains aspects du secteur ainsi qu'en encourageant les acteurs du domaine. De plus, plusieurs exemples, qu'il s'agisse de villes circulaires ou de pays ayant des politiques plus strictes et circulaires en ce qui concerne le secteur de la construction résidentielle, peuvent servir de modèle pour le Québec. Ces exemples peuvent être inspirants et guider l'implantation de l'économie circulaire dans le domaine de la construction résidentielle multilogements au Québec.

Pour en savoir plus sur l'économie circulaire dans le domaine de la construction de bâtiments résidentiels multilogements, vous pouvez consulter l'essai duquel découle ce guide, intitulé *L'économie circulaire dans le domaine de la construction résidentielle multilogements au Québec : Analyse du secteur et proposition d'un guide des pratiques innovantes*.

Liste de Références

- ADEME. (2017). *L'économie de la fonctionnalité: de quoi parle-t-on?*. Repéré à https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/economie_fonctionnalite_definition_201705_note.pdf
- Alliance HQE-GBC France. (2018). *L'économie circulaire, Tremplin du bâtiment durable pour tous: 15 leviers pour agir*. Repéré à <http://www.hqegbc.org/wp-content/uploads/2018/01/CadreDefEcoCircuBat-OK.pdf>
- Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec (APCHQ). (2018). *Prévisions économiques 2018-2019*. Repéré à <https://www.apchq.com/files/pdf/previsions-economiques-2018-2019-Final.pdf>
- APCHQ. (s. d.). Questions et réponses: orientation des fenêtres. *APCHQ, section Documentation – Technique*. Repéré à <https://www.apchq.com/documentation/technique/questions-et-reponses/orientation-des-fenetres>
- Aquatis. (s. d.a). Water recycling. *Aquatis, section Water recycling*. Repéré à <http://www.aquartismworld.com/en/water-recycling/>
- Athanassiadis. (2017). *Économie circulaire dans le secteur de la construction à Bruxelles: État des lieux, enjeux et modèle à venir*. Repéré à http://www.circulareconomy.brussels/wp-content/uploads/2017/10/RAP_2017_Economie-Circulaire-Construction.pdf
- Boyer, D. (2013). La récupération de l'eau de pluie. *Écohabitation, section Guides – Mécanique du bâtiment*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/2557/recuperation-de-leau-de-pluie/>
- Bruxelles environnement. (2019). *Appel à projet. Bruxelles environnement, section Thématiques – transition de l'économie*. Repéré à <https://environnement.brussels/thematiques/transition-de-leconomie/appel-projet>
- Circle Economy et ABN AMRO. (2017). *A future-proof built environment: Putting circular business models into practice*. Repéré à <https://circle-economy.com/future-built-environment>

Circle Economy. (2019). The circularity gap report 2019. *Circle Economy, section Circular gap*. Repéré à <https://www.circularity-gap.world/>

CRIQ. (s. d.). Produisez selon les principes du développement durable. *CRIQ, section offre de service – Environnement*. Repéré à <https://www.criq.qc.ca/fr/offre-de-service/environnement/2014-11-17-21-32-17/produisez-selon-les-principes-du-developpement-durable.html>

Conseil du bâtiment durable du Canada. (2017). *Norme du bâtiment à carbone zéro*. Repéré à https://www.cagbc.org/cagbcdocs/zerocarbon/CBDCa_Norme_du_b%C3%A2timent_%C3%A0_carbone_z%C3%A9ro_FR.pdf

Couture, M-M. et Arseneault, J-M. (2011). *Approvisionnement responsable : Penser autrement, acheter mieux!* Repéré à https://www.ulaval.ca/fileadmin/developpement_durable/documents/Guide_Approvisionnement_Responsable.pdf

Defra. (2008). *BNPB2 : Plasterboard – waste management*. Repéré à https://www.plasterboardpartnership.org/pdfs/MTP_BNPB2_2008April1%5b1%5d.pdf

Demers, B. (2013). *RénoCyclage : Rapport d'activités 2011-2013*. Repéré à http://media.wix.com/ugd/c3ba22_c40b113d40e0292aa6a69e2f526d6feb.pdf

Écohabitation. (2016b). Certifications et toilettes écologiques. *Écohabitation, section Guides – Intérieurs*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/2477/certifications-et-toilettes-ecologiques/>

Écohabitation. (2018). Capsule vidéo (10) : Tout sur... la récupération de chaleur des eaux de drainage. *Écohabitation, section Guides – Mécanique du bâtiment*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/3307/capsule-video-10-tout-sur-la-recuperation-de-chaleur-des-eaux-drainage/>

Équiterre. (2017). Analyse du cycle de vie de la maison du développement durable : impact de matériaux. *Équiterre, section Publication*. Repéré à <https://equiterre.org/publication/analyse-du-cycle-de-vie-de-la-maison-du-developpement-durable-limpact-des-materiaux>

Fondation Ellen MacArthur. (2013). *Engineering the circular economy: A field manual for re-designing a regenerative economy*. Repéré à https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/news/EMF_Engineering-the-Circular-Economy_300913.pdf

Hydro-Québec. (s. d.a). Utiliser intelligemment l'eau chaude. *Hydro-Québec, section Résidentiel – Mieux consommer*. Repéré à <http://www.hydroquebec.com/residentiel/mieux-consommer/reduire-consommation-eau.html>

Hydro-Québec. (s. d.b). Faites des économies d'eau et d'énergie grâce aux trousse de produits homologues WaterSense. *Hydro-Québec, section Mieux consommer – Eau chaude*. Repéré à <http://www.hydroquebec.com/residentiel/mieux-consommer/eau-chaude/economiseurs-eau-energie.html>

Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement. (2016). Guide conseil : Fiches pratique pour la conception énergétique et durable. Repéré à http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/ENERGIE_GuideConseilConception_prof_FR.PDF

Institut EDDEC. (2015). Économie circulaire. *Institut EDDEC, section thèmes de recherche*. Repéré à <http://instituteddec.org/themes/economie-circulaire/>

Institut EDDEC. (2018). *L'économie circulaire*. Repéré à http://instituteddec.org/DEV/wp-content/uploads/2018/03/Schema_ELEC_mars2018.pdf

Ordre des architectes du Québec (OAQ). (2018). Écomatériaux : Nouveautés made in Québec. *OAQ, section Dossier – Écomatériaux*. Repéré à <https://www.oaq.com/esquisses/dossier/ecomateriaux.html>

Paquin, J. (2017). Consommez l'eau intelligemment! Les bons conseils de notre experte. *Écohabitation, section Guides – Mécanique du bâtiment*. Repéré à <https://www.ecohabitation.com/guides/3276/consommez-leau-intelligemment-les-bons-conseils-de-notre-experte/>

Preservation Lab. (2016). *The Greenest Building: Quantifying the Environmental Value of Building Reuse*. Repéré à https://living-future.org/wp-content/uploads/2016/11/The_Greenest_Building.pdf

Québec circulaire. (s. d.a). Stratégies de circularité. *Québec circulaire, section économie circulaire*. Repéré à <https://www.quebeccirculaire.org/static/strategies-de-circularite.html>

Québec circulaire. (s. d.b). Acteurs de l'économie circulaire. *Québec circulaire, section Économie circulaire – Acteurs de l'économie circulaire*. Repéré à <https://www.quebeccirculaire.org/static/acteurs-de-l-economie-circulaire.html>

RECYC-QUÉBEC. (s. d). Collecte des matières organiques dans les multilogements. *RECYC-QUÉBEC, section Municipalités – Matières organiques*. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/municipalites/matieres-organiques/recyclage-residus-verts-alimentaires/implanter-optimiser-collecte/collecte-multilogements>

RECYC-QUÉBEC. (2018). Résidus de construction, de rénovation et de démolition (CRD). Montréal, Québec.

Ressources naturelles Canada. (2014). Récupération de la chaleur des eaux de drainage. *Ressources naturelles Canada, section Énergie – Efficacité énergétique*. Repéré à <https://www.rncan.gc.ca/energie/produits/categories/chauffe-eau/14569>

Roy, M-L. (2015). Faire son nid #4 : les technologies d'économie d'énergie. *La maison du 21^e siècle, section construction verte*. Repéré à <https://maisonsaine.ca/construction-verte/faire-son-nid-4-les-technologies-deconomie-denergie.html>

TEA. (2017). *Zero waist spotlight: Mayfair on the Green* [video internet]. Toronto, Ontario.

Transition énergétique Québec. (2018). *Conjuguer nos forces pour un avenir énergétique durable : Plan directeur en transition, innovation et efficacité énergétique du Québec 2018-2023*. Repéré à http://www.transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/plan-directeur/TEQ_PlanDirecteur_web.pdf

Ce guide a été rédigé par Sophie Latendresse dans le cadre d'une maîtrise en Environnement à l'Université de Sherbrooke.

Tous droits réservés. La reproduction de ce document est autorisée. Les modifications sont interdites.