

REPENSER L'ÉTAPE DE LA CONCEPTION D'UN BÂTIMENT NON-RÉSIDENTIEL AU QUÉBEC GRÂCE À
L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Par

Geneviève Beaudoin-Lebeuf

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

Sous la direction de Monsieur Emmanuel Raufflet

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Mars 2021

SOMMAIRE

Mots clés : économie circulaire, conception de bâtiment non résidentiel, écoconception, déconstruction, 3RV-E, optimisation des ressources.

L'objectif de cet essai est de présenter des recommandations afin d'appliquer le concept d'économie circulaire à l'étape de la conception d'un bâtiment non résidentiel. Pour ce faire, le portrait de la situation actuelle au Québec a été réalisé. Les stratégies d'économie circulaire pertinentes ont ensuite été adaptées au contexte et analysées, ce qui a permis de formuler des recommandations servant à accélérer la transition vers une économie circulaire, soit une économie en boucle fermée découplant la croissance économique de la consommation des ressources.

Le modèle économique linéaire actuel génère des externalités négatives considérables. Mondialement, en 2020, 92 Gt de ressources ont été extraites, soit 175 % de la capacité actuelle de la terre. Une réflexion s'impose donc pour repenser le modèle économique et atténuer ses impacts. C'est d'autant plus approprié pour le secteur de la construction, qui est responsable du tiers des déchets produits au Québec, soit 3M de tonnes. Ce secteur fait aussi face à des enjeux de productivité, de pression sur les ressources et de retards en innovation. Force est d'admettre que le secteur de la construction au Québec pourrait bénéficier d'une économie circulaire pour atténuer ses impacts et régler ses enjeux. Cette démarche est porteuse à l'étape de la conception, puisque cette dernière influence grandement le cycle de vie d'un projet de construction. Les sept stratégies permettant l'application de l'économie circulaire à cette étape sont : écoconcevoir, prioriser les matériaux réemployés, recyclés et à faible impact environnemental, concevoir pour le changement de fonction et la déconstruction, allonger la durée de vie du bâti, favoriser une conception intégrée, une bonne communication et une étroite collaboration, tirer profit de la Technologie de modélisation de données du bâtiment (BIM) et repenser les modèles d'affaires.

L'analyse des stratégies permet d'identifier les thématiques clés où il faut agir pour permettre l'implantation de l'économie circulaire à l'étape de la conception d'un bâtiment non résidentiel. Douze recommandations ont été formulées selon les trois thèmes suivants : adapter les politiques publiques, approfondir les connaissances et accompagner le service-conseil. L'essai permet de faire ressortir l'importance d'une action concertée entre le gouvernement provincial, les donneurs d'ouvrage et les firmes de services-conseils.

REMERCIEMENTS

Je rêve d'un monde meilleur pour nos enfants, un monde qui apprend de ses erreurs. Un monde où la biodiversité et l'environnement sont au cœur de nos décisions. Un monde circulaire.

J'ai donc décidé d'écrire cet essai avec mes enfants en tête, et à l'héritage que je peux laisser en apportant ma petite contribution à la grande transition climatique qui s'est amorcée. Je les remercie de leurs rires, de leur folle énergie, de leur douceur et de leur amour inconditionnel qui m'ont donné la motivation nécessaire pour écrire cet essai et ainsi terminer ma maîtrise.

Un énorme merci à mon mari Steve, à mes parents Diane et Marcel, à ma sœur Estelle, et à ma belle-maman Linda qui m'ont énormément aidé afin d'avoir du temps pour ceci, et qui m'ont supporté moralement à un moment ou à un autre durant cette (trop) longue rédaction. Merci aussi à mes fidèl(e)s ami(e)s pour leur soutien.

Merci à Nancy Choinière et à Judith Vien qui ont été d'une très grande patience et compréhensives à mon égard durant ma conciliation famille-travail-essai. Merci à mon directeur d'essai, Emmanuel Raufflet, pour ses judicieux conseils et le partage de son savoir. Ce fut grandement apprécié.

Enfin, ayant travaillé plus de 10 ans comme ingénieure dans le secteur du service-conseil, il fut très enrichissant de réfléchir sur le cadre de ma profession et comment l'économie circulaire peut s'y appliquer.

Bonne lecture,

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION..... | 1 |
| 1 PORTRAIT DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE APPLIQUÉ À LA CONCEPTION DU BÂTI AU QUÉBEC..... | 5 |
| 1.1 Secteur de la construction au Québec et ailleurs..... | 5 |
| 1.1.1 Portrait des impacts environnementaux présents et futurs du secteur..... | 5 |
| 1.1.2 Portrait d'un projet de construction au Québec..... | 8 |
| 1.1.3 Portrait de la conception d'un projet de construction au Québec..... | 10 |
| 1.1.4 Lois, règlements et codes encadrant la construction au Québec..... | 11 |
| 1.1.5 Enjeux du secteur centrés sur l'étape de la conception et les impacts environnementaux .. | 12 |
| 1.2 L'Économie circulaire dans le secteur de la construction..... | 18 |
| 1.2.1 Les limites de l'économie linéaire..... | 18 |
| 1.2.2 Définition, étapes et modèle de l'économie circulaire..... | 19 |
| 1.2.3 Autres définitions..... | 20 |
| 1.2.4 Schéma et stratégies d'économie circulaire | 22 |
| 1.2.5 Proposition d'une économie circulaire..... | 26 |
| 1.3 Portrait actuel de l'Économie Circulaire dans l'étape de la conception en construction au Québec..... | 29 |
| 1.3.1 Acteurs clés..... | 29 |
| 1.3.2 Autres organismes pertinents..... | 32 |
| 1.3.3 Le statut de l'économie circulaire en conception de bâtiment au Québec..... | 33 |
| 2 STRATÉGIES D'UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE APPLIQUÉE À L'ÉTAPE DE LA CONCEPTION DANS LE SECTEUR DE LA CONSTRUCTION NON RÉSIDENTIELLE | 36 |
| 2.1 Écoconcevoir | 39 |
| 2.2 Prioriser les matériaux réemployés, recyclés et à faible impact environnemental..... | 43 |
| 2.2.1 Prioriser les matériaux réemployés et recyclés..... | 43 |
| 2.2.2 Nouveaux matériaux à faible impact environnemental | 45 |
| 2.3 Concevoir pour maximiser l'utilité..... | 48 |
| 2.4 Concevoir pour la déconstruction..... | 51 |
| 2.5 Allonger la durée de vie du bâti..... | 54 |
| 2.6 Favoriser une conception intégrée, une bonne communication et une étroite collaboration .. | 56 |
| 2.7 Tirer profit de la Technologie de modélisation de données du bâtiment (BIM) durant la conception | 58 |
| 2.8 Repenser les modèles d'affaires | 60 |
| 2.8.1 Élargir le mandat du service-conseil | 61 |
| 2.9 Synthèse des stratégies d'économie circulaire pour la conception du bâti | 63 |
| 3 RECOMMANDATIONS À IMPLANTER POUR ACCÉLÉRER LA TRANSITION DE LA CONCEPTION DU BÂTI VERS L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE | 65 |
| 3.1 Adapter les politiques publiques | 69 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1.1 | Fin du règlement du plus bas soumissionnaire..... | 69 |
| 3.1.2 | Modifications contractuelles dans les contrats publics..... | 69 |
| 3.1.3 | Contraintes de déchets et de rejets..... | 69 |
| 3.1.4 | Mesure fiscale | 70 |
| 3.1.5 | Incidatifs financiers..... | 70 |
| 3.1.6 | Modifications au code du bâtiment..... | 71 |
| 3.2 | Approfondir les connaissances | 71 |
| 3.2.1 | Organisme dédié à l'économie circulaire en construction | 71 |
| 3.2.2 | Recherche en économie circulaire en construction | 72 |
| 3.2.3 | Formation auprès des étudiants et professionnels | 73 |
| 3.3 | Accompagner le service-conseil..... | 74 |
| 3.3.1 | Directive sur l'écoconception en service-conseil..... | 74 |
| 3.3.2 | Certification cycle de vie avec le contexte québécois/ Canadien..... | 74 |
| 3.3.3 | Gestion du changement dans le service-conseil, volonté des clients et modification des contrats | 75 |
| | CONCLUSION..... | 77 |
| | RÉFÉRENCES..... | 79 |
| | BIBLIOGRAPHIE | 91 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1-1 Écosystème d'affaires québécois du secteur de la construction (Deloitte, 2019) | 10 |
| Figure 1-2 Schéma de l'économie linéaire (tirée de IEDDEC, 2018) | 19 |
| Figure 1-3 Schéma de l'économie circulaire (tirée de IEDDEC, 2018) | 23 |
| Figure 1-4 Schéma d'une économie circulaire par Circle Economy (tirée de Circle Economy, s. d.)..... | 24 |
| Figure 1-5 Acteurs du Pôle québécois de concertation sur l'économie circulaire (tirée de Québec Circulaire, 2020) | 30 |
| Figure 2-1 Schéma des étapes d'un projet de bâtiment non résidentiel et des stratégies d'économie circulaire adaptées à l'étape de la conception | 38 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1-1 Résumé des impacts environnementaux du secteur de la construction au Québec et à l'échelle mondiale | 6 |
| Tableau 1-2 Autres organismes pertinents dans le secteur du cadre bâti | 32 |
| Tableau 3-1 Sommaire des recommandations selon les thèmes, responsables et publics cibles en conception du bâti non résidentiel..... | 66 |

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

| | |
|-----------|--|
| 3RV-E | Réduction, réemploi, recyclage, valorisation, élimination |
| 3RMCDQ | Regroupement des récupérateurs et des recycleurs de matériaux de construction et de démolition du Québec |
| ACV | Analyse de cycle de vie |
| ACQ | Association de la Construction du Québec |
| AFG | Association des firmes de génie-conseil |
| AAPPQ | Association des Architectes en pratique privée du Québec |
| BIM | Building Information Modeling |
| BOMA BEST | Building Owners and Managers Association BEST |
| CBDCa | Conseil du bâtiment durable du Canada |
| CEIC | Commission sur l'octroi et la gestion des contrats publics dans l'industrie de la construction |
| CERIEC | Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire |
| CIRAIG | Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services |
| CNRC | Conseil national de recherches du Canada |
| CPEQ | Conseil Patronal de l'Environnement au Québec |
| CRD | Construction, rénovation et démolition |
| DEP | Déclaration environnementale de produits |
| EC | Économie circulaire |
| ÉTS | École de technologie supérieure |
| GES | Gaz à effet de serre |
| GRIDD | Groupe de recherche en intégration et développement durable en environnement bâti |

| | |
|--------|--|
| HEC | École des hautes études commerciales |
| IDP | Institut de Développement de Produit |
| IEDDEC | Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire |
| ISO | Organisation internationale de normalisation |
| LEED | Leadership in Energy and Environmental Design |
| LIRIDE | Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Ingénierie Durable et Écoconception |
| LWARB | London Waste and Recycling Board |
| MAMH | Affaires municipales et de l'Habitation |
| MSF | Matériaux Sans Frontières |
| MEI | Ministères de l'Économie et de l'Innovation |
| MELCC | Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques |
| MTESS | Ministère du Travail, Emploi et Solidarité sociale |
| OAQ | Ordre des architectes du Québec |
| OIQ | Ordre des ingénieurs du Québec |
| ONU | Organisation des Nations Unies |
| OQLF | Office québécois de la langue française |
| PCI | Processus de conception intégré |
| PIB | Produit intérieur brut |
| UKGBC | UK Green Building Council |
| UQAM | Université du Québec à Montréal |
| WBCSD | World Business Council for Sustainable Development |
| WSGBC | World Green Building Council |

INTRODUCTION

À l'échelle mondiale, pour 2019, nous avons utilisé 175 % des ressources naturelles renouvelables disponibles de la planète (*Past Earth Overshoot Days*, 2020). Tristement, ce pourcentage augmente d'année en année, craignant le pire pour les générations futures. Pour la même année, si la consommation des ressources mondiales se faisait au rythme de la consommation des Canadiens, ce pourcentage aurait été de 544 % (*Past Earth Overshoot Days*, 2020). Autrement dit, notre façon de consommer n'est pas durable et ceci est particulièrement marqué au Canada.

Pertinemment, le secteur de la construction est responsable de 50 % des ressources extraites mondialement et de 30 % des émissions globales de gaz à effet de serre (GES), ayant un impact dévastateur sur l'environnement (de Wit et al., 2019) (Arup, 2016). Au Canada, les déchets provenant des résidus de la construction, de la rénovation et de la démolition (CRD) représentent 9M de tonnes (Akhtar et Sarmah, 2018). Au Québec, le secteur de la construction produit 41 % des déchets de la province (Boisvert et al., 2014). Comme le secteur de la construction est un secteur qui satisfait le besoin fondamental de se loger, et est donc une valeur sûre pour stimuler l'économie, la croissance de ce secteur est inévitable. Il est ainsi estimé que sa croissance sera d'environ 60 % d'ici 2050 (de Wit et al., 2019), amplifiant encore davantage sa très grande empreinte écologique.

Outre les impacts environnementaux, le secteur de la construction fait face à plusieurs enjeux. Premièrement, la réglementation très stricte et son manque de cohérence empêchent les innovations (Deloitte et CPQ, 2016), est également une des causes du taux de productivité très faible du secteur, quand il est comparé aux autres secteurs d'affaires (Lord, 2019) (Barbosa et al., 2017). De plus, les infrastructures et bâtiments vieillissants sont moins efficaces et demandent plus de ressources et de maintenance, rajoutant à la tâche (Evans-Greenwood et al., 2019). Enfin, les étapes de la conception et de planification sont escamotées et pas assez inclusives avec les parties prenantes concernées, ayant des conséquences sur la qualité et le respect de l'échéancier et du budget durant la vie du bâtiment (Paradigme Affaires Publiques, 2019).

Ainsi, pour répondre à ces défis et atteindre l'objectif de l'Accord de Paris limitant le réchauffement climatique à 1.5°C d'ici 2050, l'économie circulaire (EC) représente une opportunité certaine. Elle permettrait de réduire et d'optimiser les ressources naturelles extraites et de diminuer les émissions de

GES en repensant chaque étape du cycle de vie et en y améliorant la productivité et l'utilisation de nouvelles technologies (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Les opportunités découlant d'une économie circulaire sont nombreuses. Récemment, les études ont démontré que les matières produites et les rebuts inutilisés pouvaient représenter une véritable mine d'or, soit une occasion d'affaire de 4,5 trilliards de dollars d'ici 2030 (Paradigme Affaires Publiques, 2019). Dans certains secteurs, ce concept commence à avoir de la traction. Cependant, bien que le concept d'économie circulaire soit de plus en plus évoqué dans les ouvrages et formations liés au domaine de la construction, il est encore peu appliqué sur le terrain (Arup, 2016).

Dans le milieu du cadre bâti, les décisions prises durant l'étape de la conception se répercutent sur toutes les étapes subséquentes de la chaîne de valeur d'un projet de rénovation ou de déconstruction, faisant de la construction une étape clé (Athanassiadis, 2017). Cet essai se concentrera sur la transition vers l'économie circulaire à cette étape.

L'objectif principal de cet essai est de comprendre comment l'économie circulaire peut contribuer à résoudre les enjeux mentionnés à l'étape de la conception de bâtiments non résidentiels et de faciliter la transition vers l'application de ce concept. Afin d'atteindre ce but, des objectifs spécifiques sont poursuivis. Le premier est de brosser un portrait de la conception de bâtiments non résidentiels au Québec. Le deuxième objectif est de présenter dans un premier temps le concept d'économie circulaire global, et ensuite dans le contexte québécois et pour le secteur de la construction. Troisièmement, une revue de littérature des études, des bonnes pratiques en économie circulaire et des menaces et opportunités, appliquée à la conception en construction, est réalisée. Enfin, le dernier objectif est de formuler des recommandations afin que l'économie circulaire devienne intrinsèque à l'étape de la conception durant les projets de construction dans un contexte québécois.

L'information utilisée pour l'écriture de cet essai provient de données secondaires. La recherche d'information pour recueillir ces données s'est centrée sur différents pôles. Premièrement, les organismes, institutions, le gouvernement québécois et les gouvernements internationaux ayant de la documentation intéressante sur le domaine de l'économie circulaire ou de la construction seront ciblés tel que; la plateforme Québec Circulaire, Fondation Ellen MacArthur, World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), Circle Economy, Agence de la transition écologique, Conseil Patronal de l'Environnement au Québec (CPEQ), be circular Brussel, UN Global Compact, Institut de l'Économie

Circulaire, Green Alliance, Association de la Construction du Québec (ACQ), Association des Firmes de Génie Conseil (AFG), Ordres des Ingénieurs du Québec (OIQ), Ordre des Architectes du Québec (OAQ), Conseil du bâtiment durable du Canada (CaGBC), World Green Building Council (WSGBC) et UK Green Building Council (UKGBC), de RECYC-QUÉBEC, des gouvernements québécois, etc. De plus, plusieurs recherches ont été effectuées auprès de la bibliothèque numérique de l'Université de Sherbrooke pour recueillir des articles scientifiques avec les mots clés « Économie circulaire », « construction », « conception » et autre. Parmi les autres ressources pertinentes, on retrouve des essais et mémoires universitaires, des articles de journaux et des rapports provenant de firmes de consultation du domaine des affaires.

Pour valider la qualité des différentes sources d'information utilisées, cet essai s'est basé sur les guides élaborés par l'École des hautes études commerciales (HEC) Montréal et l'Université du Québec à Montréal (UQAM) (Archambault, 2017) (UQAM, s. d.). Ainsi, une importance a été accordée à la fiabilité de la source, la réputation de l'auteur ou de l'organisation, l'objectivité de l'information, l'exactitude de l'information et l'actualité de l'information pour s'assurer de la qualité de la source. L'économie circulaire est en émergence, et les connaissances à ce sujet évoluent rapidement. De ce fait, ce qui a été écrit il y a plusieurs années sur ce sujet précis, et non mis à jour par la suite, sera évalué plus en profondeur pour s'assurer de sa pertinence à l'essai.

Le premier chapitre de cet essai met en contexte le lecteur sur les différents sujets pertinents à l'essai. Du coup, les impacts environnementaux et les enjeux du secteur de la construction au Québec ainsi que les activités et la réglementation encadrant plus précisément la conception des bâtiments sont décrits. Les principales notions d'économie circulaire sont ensuite présentées, ainsi que les acteurs québécois importants dans cet écosystème.

Le chapitre 2 identifie les différentes stratégies d'une économie circulaire à l'étape de conception dans un projet de construction de bâtiments non résidentiels. Les freins et leviers concernant l'application de ces pratiques sont également identifiés.

Le troisième chapitre présente les recommandations pour permettre l'application des stratégies, en prenant en considération les freins et leviers mentionnés dans le chapitre 2. Elles sont applicables au contexte québécois et pour des projets de bâtiments, mais ultimement, plusieurs sont utiles pour la mise

en œuvre généralisée d'une approche en économie circulaire dans le domaine de la conception de construction.

1 PORTRAIT DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE APPLIQUÉ À LA CONCEPTION DU BÂTI AU QUÉBEC

Comme mentionné précédemment, le secteur de la construction est géré de façon linéaire, au Québec comme ailleurs, et génère d'importants impacts environnementaux.

Ce premier chapitre sert ainsi à brosser le portrait actuel dans lequel le sujet de l'essai s'inscrit. Dans un premier temps, les mécanismes et le contexte de l'étape de la conception du bâti au Québec seront introduits. Dans un deuxième temps, des notions de base rattachées à l'EC en général et appliquée au secteur de la construction seront présentées. Enfin, la progression de l'EC au Québec en conception du bâti est discutée.

1.1 Secteur de la construction au Québec et ailleurs

La prochaine section décrit les étapes clés d'un projet de construction au Québec en mettant l'accent sur l'étape de la conception, présente les enjeux clés de cette étape, et liste certaines politiques s'y appliquant.

1.1.1 Portrait des impacts environnementaux présents et futurs du secteur

Le secteur de la construction est celui nécessitant le plus de ressources, soit 42,4 Gt annuellement et 46 % des ressources extraites mondialement (de Wit et al., 2019). Il est également responsable de 39 % des émissions de GES, et de 36 % de la consommation d'énergie mondiale (UN Environment, 2017). Le coût associé à la disposition des déchets de construction peut représenter jusqu'à 30 % des profits des entrepreneurs (Arup, 2016).

Au Québec, le portrait est similaire. Le secteur de la construction est responsable du tiers des déchets de la province (Bolduc, 2014), soit de 3M de tonnes annuellement (RECYC-QUÉBEC, 2020). De cette quantité, 1,2M de tonnes sont jetées directement, tandis que 0,4M tonnes sont éliminées suite à leur passage par un centre de tri (RECYC-QUÉBEC, 2020). Le restant, soit 1,4M de tonnes de matériaux est recyclé, récupéré à des fins de valorisation énergétique ou encore utilisé pour répondre au besoin de matériaux de construction et de recouvrement dans les sites d'enfouissement, ce qui représente 47 % des matériaux de CRD (RECYC-QUÉBEC, 2020). Globalement, on estime qu'entre 20 et 30 % des matériaux issus de démolition sont réemployés ou récupérés (Ellen MacArthur Foundation et Arup, 2019). Le Québec fait donc meilleure figure en le comparant à la moyenne, mais il y a place à l'amélioration quand il est comparé avec la Norvège, qui récupère et recycle plus de 80 % de ses déchets de construction (Marchuk, 2019).

Le tableau suivant présente un sommaire des impacts environnementaux du secteur de la construction au Québec et dans le monde entier.

Tableau 1-1 Résumé des impacts environnementaux du secteur de la construction au Québec et à l'échelle mondiale

| Secteur de la construction | Millions de tonne de déchets annuels (Mt) | % des ressources extraites pour l'ensemble des secteurs afin d'être utilisé en tant que matériaux | % de déchets réemployés ou récupérés | % d'émissions de GES sur tous les secteurs (Construction + opération) | % de consommation d'énergie sur tous les secteurs (Construction + opération) |
|----------------------------|---|---|--------------------------------------|---|--|
| Au Québec | 3 ¹ | 33 ¹ | 47 ¹ | 19,4 ² | 31 ² |
| Global | 42 400 ³ | 46 ⁴ | Entre 20 et 30 ⁴ | 39 ⁵ | 36 ⁵ |

¹ (Recyc-Québec, 2020)

² (Gouvernement du Québec, 2020a)

³ (de Wit et al., 2019)

⁴ (Ellen MacArthur Foundation et Arup, 2019)

⁵ (UN Environment, 2017)

Ces chiffres témoignent de la quantité significative de ressources utilisées et jetées et d'impacts générés pour construire et entretenir le cadre bâti. Malheureusement, la quantité de matériaux acheminée vers les sites d'enfouissement est désolante en 2020, et ce, malgré les opportunités grandissantes de réemploi (Chayer et al., 2019). L'impact de leur fin de vie est grand; non seulement aucun réemploi n'est possible après leur arrivée au site d'enfouissement, mais l'enfouissement d'une tonne de déchet produit en plus 1,5 tonnes d'émission de GES (Bolduc, 2014). En raison de notre mode de consommation linéaire, ceci s'additionne à tous les impacts des matériaux de construction générés depuis leur extraction jusqu'à la fin de leur utilisation (de Wit et al., 2020).

Le secteur de la construction est un secteur répondant à un besoin primaire, soit celui de se loger. Ce besoin fait partie des besoins fondamentaux identifiés par la pyramide de Maslow et dont « la satisfaction permet la subsistance » (Éditions Larousse, s. d.). Le secteur est également une valeur sûre pour stimuler l'économie, notamment par la création d'emploi (de Wit et al., 2019). Par conséquent, selon les

perspectives de 2020 à 2030, ce secteur croîtra globalement de 3.9 % pour subvenir aux besoins des pays en voie de développement, qui construisent des habitations et des infrastructures, et aux besoins des pays développés, qui rénovent essentiellement leur milieu bâti, résidentiel comme non résidentiel (Betts et al., 2015). Au Québec, le taux de croissance annuel moyen (TCAM) estimé est de 0,6 % pour la période 2018-2020 (Gouvernement du Canada, 2020a) et la croissance anticipée du secteur de la construction non résidentielle pour la période 2018-2027 est de 6 % (ConstruForce Canada, 2018). Par conséquent, des impacts encore plus significatifs sont à prévoir.

De plus, le produit intérieur brut (PIB) direct du secteur de la construction au Québec est de 22,4 G\$ et le PIB indirect est de 12,9 G\$. Le secteur représente 267 500 emplois directs et 155 800 emplois indirects (Deloitte et al., 2016). Il est un important contributeur de la prospérité au Québec en arrivant au 4^e rang en termes d'importance de l'activité économique. Pour ce qui est des services-conseils d'ingénierie et d'architecture, qui sont parmi les principaux intervenants dans l'étape de la conception, ils sont dans la catégorie des services professionnels et représentent 20 % du PIB de cette catégorie, et 1,1 % du PIB global au Québec (Deloitte et al., 2016). Le secteur de la construction au Québec connaît, ces dernières années, une baisse de productivité. C'est également une tendance mondiale (Deloitte et al., 2016).

Enfin, afin d'agir devant la crise climatique et afin de respecter les engagements de l'accord de Paris, le Canada a annoncé que le pays deviendrait carboneutre d'ici 2050 (Messier, 2019). Pour y arriver, le gouvernement a publié sa stratégie fédérale de développement durable pour le Canada en 2019, énumérant une série d'objectifs et de mesures. Entre autres, le gouvernement du Canada a comme objectif d'encadrer et de promouvoir la construction et la rénovation de bâtiments plus verts, à l'aide de nouveaux codes et de nouvelles subventions, ainsi que d'atteindre des cibles carboneutres pour son portefeuille de bâtiments existants et à construire. Le gouvernement espère ainsi encourager la prise de conscience et la diminution de l'impact environnemental du cadre bâti (Environnement et Changement climatique Canada, 2019). Dans le Plan pour une économie verte 2030, publié à l'automne 2020 par le gouvernement québécois, la mesure mise de l'avant pour diminuer l'empreinte carbone des bâtiments est de réduire de 50 % les émissions de GES provenant des systèmes de chauffage des bâtiments en les remplaçant (Gouvernement du Québec, 2020b). Parmi les autres mesures, l'État réduira de 60 % les émissions de GES pour son parc immobilier, la gestion de la pointe sera effectuée de manière plus efficace et les matériaux ayant une plus faible empreinte carbone seront priorisés (ConstruForce Canada, 2018). Il

est pertinent de constater que le gouvernement québécois se fixe des objectifs précis pour la réduction des émissions provenant du chauffage et pour la gestion de son parc immobilier seulement. Les autres mesures ne sont ni détaillées ni ambitieuses, contrairement à celles annoncées par le gouvernement fédéral.

1.1.2 Portrait d'un projet de construction au Québec

La définition du « cadre bâti » désigne tout environnement créé par l'activité humaine, tel que les bâtiments et les infrastructures de transport, de production d'énergie, et autre (Office québécois de la langue française, 2020).

Étapes clés

Lors d'un projet de construction, les étapes à franchir sont les suivantes :

- **Planification:** Aussi appelée étape de programmation par l'Ordre des Architectes du Québec (OAQ) (OAQ, s. d.-b), elle analyse les besoins, la stratégie requise et les contraintes du projet. Une étude de faisabilité fait partie des livrables pouvant être remis lors de cette phase. C'est principalement le client, aussi appelé donneur d'ouvrage, qui exécute cette étape, qui peut aussi être réalisé avec des consultants qui s'occupent de l'étape de la conception, ou autres parties prenantes du projet (Ordre des Ingénieurs du Québec, 2011).
- **Conception :** C'est durant cette étape que le contenu du projet est détaillé et les orientations principales sur les ressources et matériaux utilisés, l'échéancier, le budget et la méthodologie sont données. Cette phase comprend la préparation des plans et devis. Habituellement, ce sont des professionnels et techniciens, qui peuvent provenir de l'organisation du client, de firme de services-conseils ou encore qui sont travailleurs autonomes, qui sont embauchés par le client pour réaliser cette étape (Ordre des Ingénieurs du Québec, 2011) (OAQ, s. d.-b).
- **Réalisation du projet :** La construction selon les plans et devis est effectuée par un entrepreneur, engagé par le client, et ses sous-traitants. Des professionnels, habituellement des ingénieurs et techniciens en génie, sont engagés pour effectuer la surveillance des travaux (OAQ, s. d.-b).
- **Exploitation :** Suite à la mise en service et à l'entrée des occupants, l'étape d'opération commence et durera jusqu'à la fin de sa vie. Une maintenance adaptée est requise pour

maximiser sa durée de vie (OAQ, s. d.-b). Le client mandate différentes firmes pour la mise en service, la maintenance, la gestion et les interventions ponctuelles.

Mode de réalisation du projet

Le mode de réalisation de projet établira la façon de faire et la dynamique entre les parties prenantes durant le projet. Plusieurs modes de réalisation peuvent être employés :

- Conception - Soumission - Construction (prix forfaitaire ou prix unitaire ou à coût majoré)
- « Gérance de construction
- Gérance de construction à risques
- Conception-Construction (Design-Build)
- Partenariats publics-privés (PPP)
- Conception intégrée de projets (Integrated Project delivery) » (ACQ, 2014).

Au Québec, dans le secteur du bâtiment non résidentiel, le mode utilisé le plus fréquemment est celui de conception-soumission-construction en prix forfaitaire (ACQ, 2014).

La figure 1-1 montre l'écosystème d'affaires et les joueurs clés lors de l'exécution d'un projet de construction au Québec.

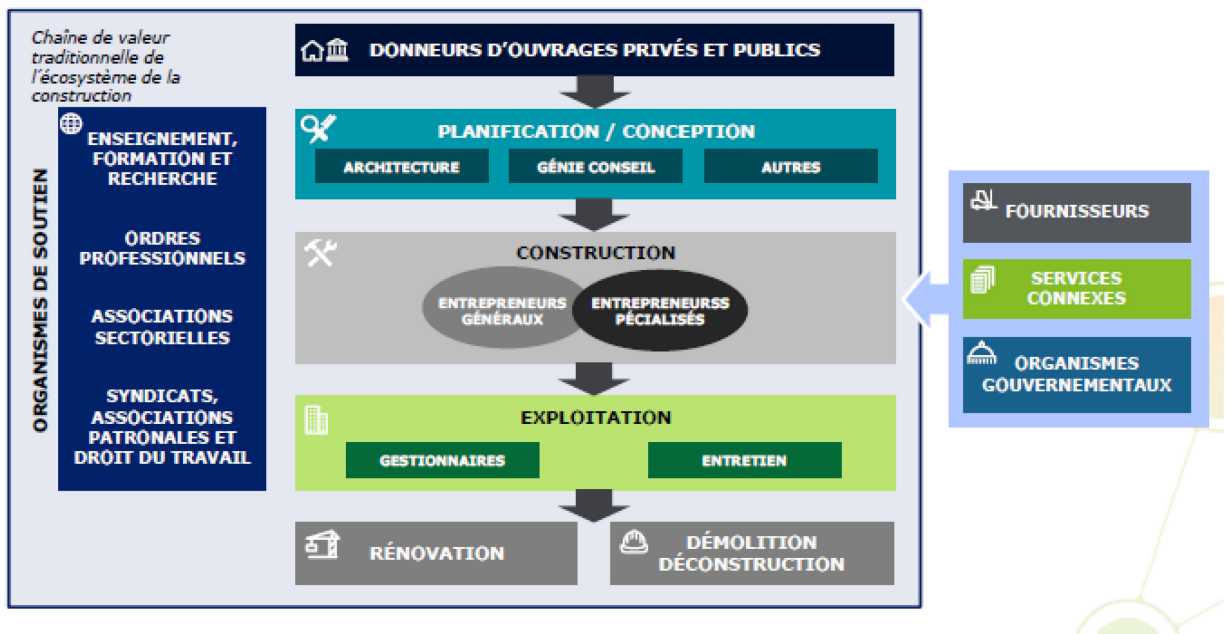


Figure 1-1 Écosystème d'affaires québécois du secteur de la construction (Deloitte, 2019)

Donneur d'ouvrage

Le donneur d'ouvrage peut être un promoteur, une municipalité, une institution, une organisation, ou autre. C'est lui qui sélectionne, par un appel d'offres, une firme de services-conseils pour l'étape de la conception. Habituellement, au Québec, le critère de sélection le plus important est le prix, et la firme sélectionnée est souvent le plus bas soumissionnaire conforme (ACQ, 2014). Le client aura déjà précédemment procédé à la définition de ses besoins, évalué la portée du projet, et établi un budget et un échéancier, tel que vu auparavant (ACQ, 2014). La firme de services-conseils choisie est ensuite mandatée pour accompagner le client durant la planification, la conception, et/ou la mise en œuvre du projet de construction.

1.1.3 Portrait de la conception d'un projet de construction au Québec

L'étape de la conception est très importante dans le cycle de vie d'un projet de construction, car plusieurs décisions clés sont prises durant cette étape. Autant lors de la rénovation que la construction, les choix durant ces étapes se répercuteront sur toutes les étapes subséquentes de la chaîne de valeur (Athanasiadis, 2017).

La conception des bâtiments non résidentiels au Québec est confiée aux ingénieurs, architectes et autres professionnels tels qu'architectes paysagers, designers, etc. (ACQ, 2014). Leur rôle est de mettre leur expertise au profit de leurs clients et leur contribution est pertinente à chaque étape du cycle de vie d'un projet (AFG, s. d.). Lors la planification du projet, les professionnels peuvent réaliser des études de faisabilité pour valider la faisabilité du projet et obtenir de l'information nécessaire à la conception (Genium360, 2017). Lors de la conception, ils produisent ensuite les plans et devis pour l'étape de la réalisation des travaux (OIQ, 2011). Au Québec, le Code de déontologie des architectes et le Code de déontologie des ingénieurs dictent les obligations des professionnels appartenant à ces deux groupes (AFG, s. d.)(OAQ, s. d.-a). Ils ont également tous deux l'obligation de faire de la formation continue tout au long de leur carrière, les gardant au fait des nouvelles tendances de l'industrie (Deloitte et al., 2016).

Outre lors de consortium, comme les firmes de services-conseils sont en compétitions, elles travaillent en vase clos, de sorte que plusieurs firmes impliquées sur un même projet ou travaillant pour un même client sur des projets différents se communiquent difficilement l'information requise (ACQ, 2014). Le manque de communication en découlant est un des enjeux du secteur et sera abordé plus tard dans l'essai.

Il se peut également que de grandes entreprises, villes et autres donneurs d'ouvrage aient leur propre équipe de conception et n'octroient pas de mandat à une firme de service-conseil, ce qu'on appelle la pratique générale (OIQ, 2018). Ce sujet n'est pas couvert par l'essai, bien que certaines sections pourraient s'appliquer.

1.1.4 Lois, règlements et codes encadrant la construction au Québec

De nombreux règlements, codes et principes encadrent autant les activités de la construction de bâtiments que le secteur du service-conseil dans ce domaine. Parmi ceux qui sont pertinents dans le cadre de cet essai; le Code national du bâtiment, le Code de construction du Québec, le Règlement sur certains contrats de service des organismes publics, la Loi sur la qualité de l'environnement et la Loi sur le développement durable. Les deux plus notables pour l'essai sont présentés ci-dessous.

Règlement sur certains contrats de service des organismes publics

Au Québec, pour les contrats octroyés par le secteur public, le *Règlement sur certains contrats de services des organismes publics* s'applique, soit la sélection du plus bas soumissionnaire conforme lors de l'octroi de contrats. Comme 35 % des investissements en bâtiment proviennent des institutions et des différents

paliers gouvernementaux, c'est plus du tiers des investissements qui sont octroyés selon le règlement du plus bas soumissionnaire (Deloitte, 2019).

En 2009, le secteur de la construction a particulièrement été ébranlé par un scandale de collusion et de corruption, qui a fait l'objet d'une commission d'enquête appelée Commission sur l'octroi et la gestion des contrats publics dans l'industrie de la construction, Commission Charbonneau, ou CEIC (CEIC, 2015). Parmi les nombreuses recommandations, la règle du plus bas soumissionnaire a été dénoncée, parce qu'une évaluation basée majoritairement sur le prix incite davantage à la corruption et la collusion. Ce règlement est un enjeu considérable qui sera abordé dans la prochaine sous-section (Hébert, 2017).

Code du bâtiment

Mis à jour tous les cinq ans, le Code national du bâtiment, rédigé par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), réglemente les bâtiments commerciaux, résidentiels et industriels (Weber, 2020). Suite à sa publication, ce sont les provinces qui adaptent le code et l'appliquent sous la forme de lois, règlements et lignes directrices. Il y a habituellement un délai de l'application de la version la plus récente du code, qui est notamment prononcé dans les villes (Weber, 2020). À titre d'exemple, à Montréal, c'est la version de 2005 qui est utilisée (Provost, 2019).

1.1.5 Enjeux du secteur centrés sur l'étape de la conception et les impacts environnementaux

Les enjeux du secteur de la construction sont multiples. Pour le bien de cet essai, les défis présentés dans cette section concernent plus particulièrement l'étape de la conception et les impacts environnementaux en général, qui pourraient être atténués avec l'économie circulaire. Évidemment, la plupart des problématiques sont reliées, et deviennent des causes à effets pour d'autres enjeux, comme décrits ci-dessous.

Pression sur les ressources et autres impacts environnementaux

Au moment où la population et la classe moyenne augmentent, où plusieurs pays en voie de développement construisent massivement de nouveaux bâtiments et les pays développés doivent rénover les leurs, l'utilisation des ressources par le secteur de la construction s'accroît de jour en jour. La pression sur les ressources est telle qu'elle crée de la rareté et une augmentation des coûts (Arup, 2016). Le resserrement des lois pour l'environnement protégeant les territoires, les écosystèmes et les ressources naturelles vient également mettre de la pression sur la rareté et les coûts (Arup, 2016). De plus, durant le cycle de vie de ces mêmes ressources, soit durant les étapes d'extraction, de

transformation, de distribution et d'utilisation, les impacts environnementaux sont catastrophiques (Adams et al., 2017). Effectivement, la consommation d'énergie, les émissions de GES et la consommation des ressources du secteur se traduisent par des impacts majeurs comme la déforestation, la pollution de l'eau et de l'air, la perte de biodiversité, les changements climatiques, et l'épuisement des ressources (CPEQ et al., 2018). Ironiquement, en Europe, plus de 60 % des bureaux sont inoccupés durant les heures de travail, et ce, avant la pandémie mondiale de 2020, démontrant que les ressources ne sont pas optimisées pleinement présentement (Ellen MacArthur Foundation et al., 2019).

La productivité

L'enjeu de la productivité du secteur de la construction est présent autant au Québec, au Canada, que partout ailleurs dans le monde (Barbosa et al., 2017). Dans les vingt dernières années, mondialement, la croissance de la productivité du domaine de la construction (incluant les services-conseils en ingénierie et en architecture) n'a augmenté que de 1 % par année, tandis qu'elle a bondi de 2,8 % annuellement pour l'économie totale (Barbosa et al., 2017). Pour arriver à ces chiffres, Barbosa et son équipe, publiés chez McKinsey, ont utilisé la valeur ajoutée brute pour une heure travaillée, selon le nombre d'employés, et se sont servi des déflateurs pour tenir compte des fluctuations de prix. Au Québec, il y a même eu une baisse de 3 % de la productivité du secteur entre 2009 et 2014 (Deloitte et al., 2016) tandis qu'au Canada, une baisse de 2,3 % s'est produite entre 2017 et 2018 (Gouvernement du Canada, 2020b). C'est une problématique majeure causée par plusieurs facteurs dont la corruption, la lourdeur législative, l'augmentation de la complexité des projets, la dépendance aux contrats provenant du secteur public, et une nature financière hautement cyclique du secteur (Barbosa et al., 2017).

Bien que les solutions appropriées au secteur de la construction pour augmenter la productivité et les nombreux bénéfices d'une bonne productivité soient connues et documentées, le secteur semble être dans une impasse. Il est incapable de passer à la vitesse supérieure pour mettre en œuvre les solutions appropriées; tel que de réviser la réglementation, encourager le partage d'information, impliquer les parties prenantes tôt dans le processus durant les étapes de planification et de conception, et laisser davantage de place à l'innovation et à la technologie (Deloitte et al., 2016). La problématique de la productivité est également une des responsables des faibles marges bénéficiaires du secteur (Evans-Greenwood et al., 2019).

Planification et conception mal définies

À l'hiver 2018-2019, un chantier de réflexion sur le domaine de la construction au Québec a eu lieu, dans le but de mettre de l'avant les enjeux, les préoccupations et les solutions du secteur. Cette consultation avec les différents acteurs du milieu a eu comme objectif de mettre sur pied une grappe de la construction, et ainsi stimuler la croissance et la productivité de ce même secteur. Outre le retard en innovation et la règle du plus bas soumissionnaire, un des enjeux soulevés à mainte reprise est que les étapes de la conception et la planification sont exécutées trop rapidement (Paradigme Affaires Publiques, 2019). Plusieurs facteurs sont en cause, dont justement la règle du plus bas soumissionnaire, mais également, parce que les besoins du donneur d'ouvrage ne sont pas toujours bien définis et évoluent. Les dépassements de coûts, délais et risque d'erreurs sont alors fréquents, et obligent les concepteurs à précipiter cette étape critique (ACQ, 2014).

Aussi, le manque de collaboration et de concertation entre les différents intervenants durant ces deux étapes est courant et souvent, les acteurs clés et parties prenantes concernées ne sont pas consultés (Evans-Greenwood et al., 2019). Enfin, le mode de réalisation de projet sélectionné est presque toujours le mode traditionnel, soit conception - Soumission - Construction en prix forfaitaire. Cependant, ce choix systématique ne tient pas compte des différentes contraintes et du contexte du projet. Dans plusieurs cas, d'autres modes pourraient être employés, mieux adaptés à la réalité du projet (ACQ, 2014).

Blocages législatifs

L'enjeu de la lourdeur législative a beaucoup de conséquences sur le secteur de la construction, particulièrement au Québec (Deloitte et al., 2016). Elle freine notamment l'innovation et la technologie ainsi que la productivité dans le secteur (Evans-Greenwood et al., 2019).

Plus bas soumissionnaire conforme

Le règlement du plus bas soumissionnaire conforme a pour effet d'entraver la qualité de la conception et le développement des innovations, en plus de créer énormément de concurrence et ainsi de mettre la rentabilité de certaines firmes en péril (Paradigme Affaires Publiques, 2019). Dans le Livre blanc sur l'octroi et la gestion des contrats publics au Québec, paru suite à la CIEC, il est précisément indiqué que le processus d'octroi de contrats aux ingénieurs et architectes devrait être revu (Corporation des entrepreneurs généraux du Québec, 2014). Malheureusement, les recommandations ne semblent pas

avoir été entendues. Par exemple, la loi 122, adoptée par le gouvernement fédéral en 2017, laisse plus de pouvoir aux municipalités, leur permettant d'attribuer encore leurs contrats selon le plus bas soumissionnaire (Hébert, 2017).

Des travaux ont été amorcés par l'ancien gouvernement en place pour trouver des solutions à cette problématique, mais le changement de gouvernement a mis ce projet sur la glace. L'Association des firmes de génie-conseil- Québec (AFG) et l'Association des architectes en pratique privée du Québec (AAPPQ), excédées, ont donc écrit une lettre au premier ministre actuel, François Legault, pour une réforme de ce règlement. Elles notent une grande incompatibilité entre le règlement du plus bas soumissionnaire et la qualité de la conception ainsi que la durée de vie du bâti, augmentant les coûts d'exploitation et d'entretien (Formes, 2019). À l'inverse, sélectionner la proposition ayant la meilleure qualité encourage l'innovation, l'intégration des principes de développement durable à la conception, moins de dépassement de coût et de l'échéancier et une meilleure gestion des risques (Formes, 2019).

On comprend donc que, pour l'instant, les recommandations par rapport à la revue de ce règlement n'ont pas été entendues de par l'inaction du gouvernement québécois et l'implantation de la loi 122 au fédéral.

Code du bâtiment

Le Code national du bâtiment, dont la dernière version a été publiée en 2015, est un frein à l'innovation en conception, entre autres parce que ce dernier ne prend pas en considération l'adaptation des bâtiments aux changements climatiques ni l'utilisation de nouveaux matériaux ou de matériaux recyclés (Provost, 2019) (Millette, 2010). Le délai d'application dans les provinces et les municipalités ralentit également les innovations possibles (Provost, 2019). Une réforme du code est en cours par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), précisément pour l'intégration de la résilience aux changements climatiques dans le code (Provost, 2019). Cependant, les architectes et ingénieurs du milieu veulent également que le code agisse à la source et permette de lutter contre les changements climatiques en limitant les émissions de GES et en tendant vers la carboneutralité. En Europe, les codes de bâtiment sont plus exigeants au niveau des innovations à intégrer, accentuant la vitesse du changement (Provost, 2019). Le constat est aussi le même dans les autres provinces canadiennes : comme les provinces ont une latitude quant à ce qui est gardé du code du bâtiment national, les codes de construction des autres provinces sont plus restrictifs et forcent l'innovation, car le coût de l'électricité y

est jusqu'à cinq fois plus cher (Provost, 2019). Ceci démontre que le faible coût de notre hydroélectricité ainsi que son impact environnemental moins grand que plusieurs autres sources d'énergie est un couteau à double tranchant lorsqu'il s'agit d'améliorer la performance environnementale des bâtiments.

Retard en innovation et technologies

Au Québec, le secteur de la construction est réfractaire à l'adoption des nouvelles technologies numériques, et l'innovation n'est pas toujours promue (Evans-Greenwood et al., 2019). La lourde réglementation et le manque de transparence sont des freins importants à l'innovation (Barbosa et al., 2017). Comme le Québec est l'endroit en Amérique du Nord où la réglementation et la lourdeur administrative sont les plus imposantes, entre autres à cause des éléments présentés dans les enjeux précédents (Deloitte et al., 2016), le retard dans les innovations technologiques au Québec est particulièrement marqué (Paradigme Affaires Publiques, 2019). Ce retard mène conséquemment à un sous-investissement dans la technologie et l'innovation (Arup, 2016). Certaines avancées comme la technologie Building Information Modeling (BIM), le principe de conception intégré (ACQ, 2014), l'impression et le scanner 3D, l'utilisation de drone pour les relevés et le suivi du progrès commencent à être utilisées, mais pas encore de façon généralisée (Deloitte et al., 2016). La robotisation de certaines tâches et l'arrivée de l'intelligence artificielle pourraient également contribuer de manière significative au milieu de la construction. Cependant, un assouplissement des règles et une ouverture du milieu contribueraient à une implantation plus rapide de ces innovations (Evans-Greenwood et al., 2019).

Défis environnementaux typiques des secteurs de la construction de pays industrialisés

Enfin, plusieurs enjeux environnementaux au Québec concernant le secteur de la construction sont reliés au contexte d'un pays industrialisé. Puisque le secteur génère des impacts environnementaux majeurs, l'industrie de la construction devrait se transformer suite à la crise climatique pour atténuer ses impacts, ce qu'il arrive difficilement à faire pour l'instant (de Wit et al., 2019). Par exemple, la réduction et le réemploi des matériaux sont des principes peu répandus dans le secteur. Les matériaux neufs sont toujours privilégiés et la déconstruction se fait encore de manière traditionnelle, réduisant les opportunités de récupérer les matériaux (RECYC-QUÉBEC, 2020). Également, le développement durable est rarement une priorité des donneurs d'ouvrages, pensant aux coûts nécessaires en amont de la construction et non aux externalités et aux frais d'exploitation. De plus, les infrastructures et les bâtiments

sont vieillissants, mal isolés et mal maintenus, les rendant obsolètes et moins performants (Evans-Greenwood et al., 2019). On les remplace donc à un rythme plus soutenu.

Ainsi, il est intéressant de constater qu'il est très difficile de se débarrasser des mauvaises habitudes prises pendant notre industrialisation, quand les ressources semblaient abondantes. C'est là où réside l'opportunité des pays en développement, où il est possible d'instaurer d'emblée des pratiques soucieuses de l'environnement en ayant moins de contraintes et limites.

Finalement, on remarque que presque tous les enjeux sont reliés entre eux et que pour améliorer le tout de façon significative, le secteur de la construction au Québec pourrait réellement bénéficier d'une revue et d'une transformation en profondeur, surtout d'un point de vue des politiques publiques et par rapport au fonctionnement interne. Le défi est majeur, car le secteur est très réfractaire au changement. Enfin, la prochaine sous-section dresse un portrait de l'économie circulaire de façon global et présente le contexte de ce concept dans le secteur de la construction au Québec.

1.2 L'économie circulaire dans le secteur de la construction

Pour diminuer l'impact environnemental associé à l'utilisation des ressources dans le domaine de la construction, et pour également résoudre les autres enjeux mentionnés dans la section 1.1.5, il est pertinent d'envisager la transition vers une économie circulaire (EC) (Arup, 2016).

La prochaine section décrit l'histoire et discute de la définition d'économie circulaire, présente d'autres définitions pertinentes, ainsi que les avantages et inconvénients de l'EC.

1.2.1 Les limites de l'économie linéaire

Il est intéressant de constater qu'avant l'arrivée de la race humaine sur terre, le concept de « déchets » était inexistant. L'arrivée de l'homme a quelque peu bousculé cet équilibre, mais c'est la révolution industrielle qui a véritablement amplifié l'impact que ce dernier a sur la planète. En effet, cette période historique s'est construite sur un modèle d'économie linéaire, dans lequel les ressources sont extraites, transformées en biens ou pour effectuer un service, transportées et utilisées. On en dispose ensuite, et la plupart de ces déchets sont acheminés au site d'enfouissement le plus près. (Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire (IEDDEC), 2018). Le diagramme d'une économie linéaire est présenté à la figure 1-2. Cependant, il ne fait aucun sens de consommer et de disposer continuellement des ressources non renouvelables et renouvelables à un rythme plus rapide que la régénération des écosystèmes, sans compromettre la capacité des prochaines générations de subvenir à leurs besoins (IEDDEC, 2018).

L'industrialisation a instauré ce rythme de consommation rapide pour bâtir une économie forte. Ce mode de consommation linéaire a procuré un niveau de vie très élevé à certains individus durant certaines périodes et selon le contexte géographique, créant un énorme écart de richesse entre les pays et individus. Ceci a également créé d'importants impacts environnementaux, recoupant ceux mentionnés à la section 1.1.1 (Millet, 2010).

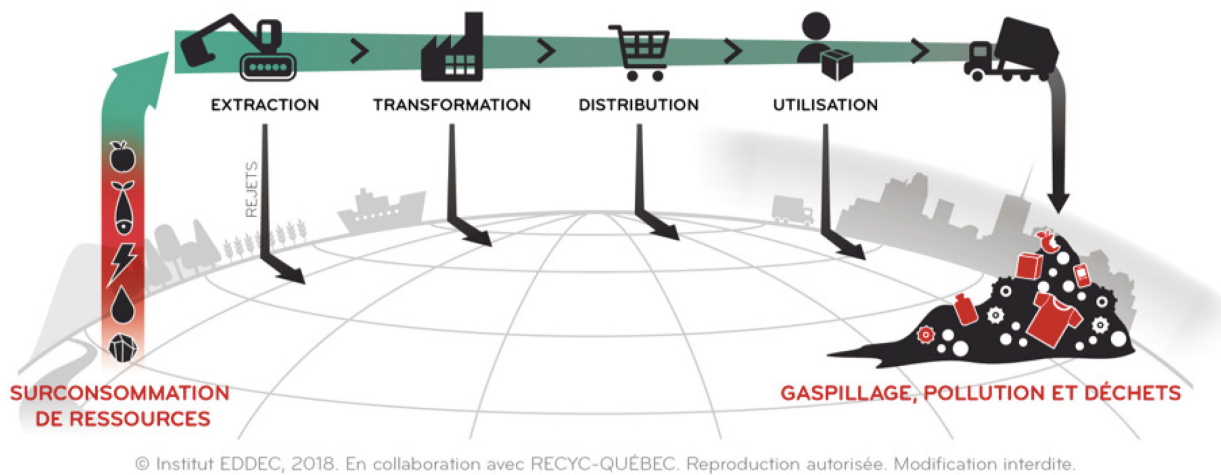


Figure 1-2 Schéma de l'économie linéaire (tirée de IEDDEC, 2018)

1.2.2 Définition, étapes et modèle de l'économie circulaire

En réponse à l'économie linéaire et la pression sur les ressources naturelles, l'économie circulaire est une approche généraliste qui permet de dissocier la croissance économique de la finitude des ressources, et par le fait même, des impacts environnementaux (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Ainsi, la protection de l'environnement et la consommation des ressources à un rythme respectant leur renouvellement peuvent se produire tout en observant une croissance économique. C'est une stratégie de production et de consommation évoluant selon le contexte politique, culturel et social, qui recoupe et englobe des concepts nouveaux et existants, et s'adapte selon le système auquel il est appliqué et de l'entité qui l'applique (Winans et al., 2017). Pour ces raisons, il n'existe aucune définition de l'EC faisant l'unanimité mondialement. Ainsi, l'IEDDEC, un organisme de recherche québécois, en a élaboré une qui est utilisée maintenant couramment au Québec, entre autres dans les médias et dans les entreprises concernées (RECYC-QUÉBEC, 2016). L'IEDDEC n'existe plus, mais plusieurs organisations et autres initiatives ont repris le flambeau par rapport à l'économie circulaire, tel que le Pôle québécois sur l'économie circulaire et la plateforme Québec Circulaire (Québec Circulaire, s. d.-a). La définition est la suivante, soit :

« [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 » (IEDDEC, 2018).

Pour l'instant, le concept est compris et généralement bien accepté, mais il est encore peu appliqué concrètement et tarde à être adopté à grande échelle (Adams et al., 2017). Pire encore, entre 2018 et 2020, la circularité mondiale a effectué un recul de 0,5 %, passant de 9,1 % à 8,6 % (de Wit et al., 2020). Les défis d'implantation de cette stratégie sont complexes et considérables, nécessitant la mise en place de nouvelles pratiques, l'ajustement de la réglementation, la concertation de toutes les parties prenantes impliquées, la transformation des modèles d'affaires et la modification des habitudes des consommateurs (IEDDEC, 2018).

Parmi les concepts qui sont compris dans une économie circulaire, on note les 3RV-E (définis à la prochaine sous-section), le zéro déchet, l'écoconception, l'écologie industrielle, l'économie de fonctionnalité et l'économie de partage ou collaborative (Olivier, 2016) (IEDDEC, 2018). Certains de ces concepts sont définis dans la prochaine section, selon la pertinence pour l'essai. Ainsi, l'économie circulaire agit comme un vecteur rassembleur et cohérent de tous ces concepts, pouvant être appliquée tout au long du cycle de vie d'un système (IEDDEC, 2018).

1.2.3 Autres définitions

D'autres définitions pertinentes à l'essai sont présentées ci-dessous. Les trois premiers termes sont au cœur de l'acronyme 3RV-E, une expression courante dans le lexique du développement durable qui veut dire : Réduction à la source, Réemploi, Recyclage, Valorisation, Élimination (RECYC-QUÉBEC, s. d.). La stratégie à adopter pour allonger la durée de vie des ressources et produits est de privilégier les actions dans l'ordre où ils sont nommés. La distinction entre les deux derniers R et le V étant plus difficile à faire, leurs définitions sont présentées ci-bas. L'écoconception est également définie.

Toutes ces stratégies de circularité sont applicables de concert ou séparés, et à différent moment durant le cycle de vie d'un produit ou d'un service. La réduction à la source et l'écoconception sont applicables dans la phase « repenser », présentée à la section 1.2.4, tandis que le réemploi, le recyclage, la valorisation et l'élimination sont mis à profit durant l'étape « Optimiser » (Québec Circulaire, s. d.-b).

Réemploi

Le réemploi, aussi appelé réutilisation, est l'utilisation de produits à multiples reprises sans changer sa nature ou ses caractéristiques (RECYC-QUÉBEC, s. d.).

Recyclage

Le recyclage est le regroupement d'opérations consistant à réintroduire les déchets dans une nouvelle boucle pour en faire un produit similaire ou une composante dans un autre bien (CPEQ et al., 2018). Selon RECYC-QUÉBEC, le recyclage, c'est l'« Utilisation, dans un procédé manufacturier, d'une matière récupérée en remplacement d'une matière vierge. » (RECYC-QUÉBEC, s. d.).

Valorisation

La valorisation, selon le Vocabulaire du développement durable de l'Office québécois de la langue française (OQLF), est similaire au concept du recyclage, mais plus inclusive. Ainsi, non seulement les déchets sont réintroduits pour fabriquer un produit, mais également pour produire de l'énergie ou pour effectuer de la biodégradation (Office québécois de la langue française, 2020)

Écoconception

L'écoconception est décrite de la façon suivante par l'Office de la langue française :

« Approche de la conception de produits ou de procédés caractérisée par l'intégration de considérations environnementales, afin de réduire les atteintes à l'environnement tout au long du cycle de vie de ces produits ou procédés. » (Office québécois de la langue française, 2020).

Quant à lui, l'Institut de Développement de Produit (IDP) a intégré les trois piliers du développement durable dans sa définition, et a également inclus les services, ce qui en fait une définition complète, et c'est cette définition qui est évoquée dans le texte lorsque le terme « écoconception » est utilisé :

« Conception de produits ou services qui prend en compte des critères environnementaux, sociaux et économiques et qui permet d'intégrer les attentes des parties prenantes et la pensée cycle de vie dans les processus d'innovation qui vont de l'idéation à la commercialisation en passant par le développement » (CPEQ, 2012).

Ressources renouvelables

Une ressource renouvelable est décrite comme une ressource naturelle se régénérant dans un laps de temps relativement court propre à chaque ressource, pourvu que la ressource ne soit pas extraite plus rapidement que le rythme auquel elle se forme. En général, ces ressources comprennent les ressources animales, végétales, l'eau, le vent et le soleil (Sauvé et al., 2016). Le soleil et le vent sont quant à eux considérés comme des ressources se régénérant infiniment. Aussi, il faut également prendre en considération le rythme auquel les ressources non renouvelables sont extraites, et ainsi respecter le rythme de régénération de leurs substituts renouvelables. Parmi les ressources non renouvelables, on retrouve le pétrole, le charbon, le gaz naturel et les métaux (Sauvé et al., 2016).

1.2.4 Schéma et stratégies d'économie circulaire

L'économie circulaire est un regroupement de plusieurs stratégies, qui a comme ultime objectif d'opérer en boucle fermée et de ne générer aucun déchet. Les stratégies circulaires sont des activités distinctes qui visent certains ou tous les maillons de la chaîne de valeur de production et de consommation.

Puisqu'il y a plusieurs interprétations d'une économie circulaire et des stratégies comprises par cette dernière, cette disparité est un obstacle à la progression d'une économie verte, car elle complique la compréhension et l'application de ce concept (Brehain et Uhde, 2020). Le « Cadre conceptuel et indicateurs pour la mesure de l'économie verte » publié en juillet 2020 par l'Institut de la Statistique du Québec a donc été utilisé pour bien cadrer les bonnes pratiques qui sont comprises dans une économie circulaire (Brehain et al., 2020). Ainsi, selon cet outil, les « technologies propres » et « les pratiques d'affaires écoresponsables » ne font pas partie de l'économie circulaire. Selon le ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec, les « technologies propres » consistent

« en des produits, services ou procédés servant à mesurer, à prévenir, à limiter, à réduire ou à corriger les atteintes à l'environnement, y compris ceux permettant d'économiser les ressources ou portant moins atteinte à l'environnement que leur contrepartie dans le marché. » (Ministère de l'Économie et de l'Innovation, s. d.)

Subséquentement, une revue des regroupements de stratégies d'EC conçues par différents organismes a été effectuée selon ce cadre. Parmi eux, on compte celui de la plateforme Québec Circulaire, utilisant les 12 mécanismes présentés à la prochaine figure (Québec Circulaire, s. d.-b), les sept éléments clés de Circle Economy (Circle Economy, s. d.), le cadre « RESOLVE » de la Fondation Ellen MacArthur (Ellen MacArthur Foundation, 2015) et les 7 piliers de l'Agence de transition écologique de la République française (Agence de la transition écologique, s. d.). Les modèles proposés par Québec Circulaire et Circle Economy sont les plus pertinents et adaptés à l'étape de conception dans le secteur de la construction. Ces deux schémas seront donc utilisés comme source d'inspiration au chapitre 3, qui analyse les stratégies proposées et les applique au sujet de cet essai.

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

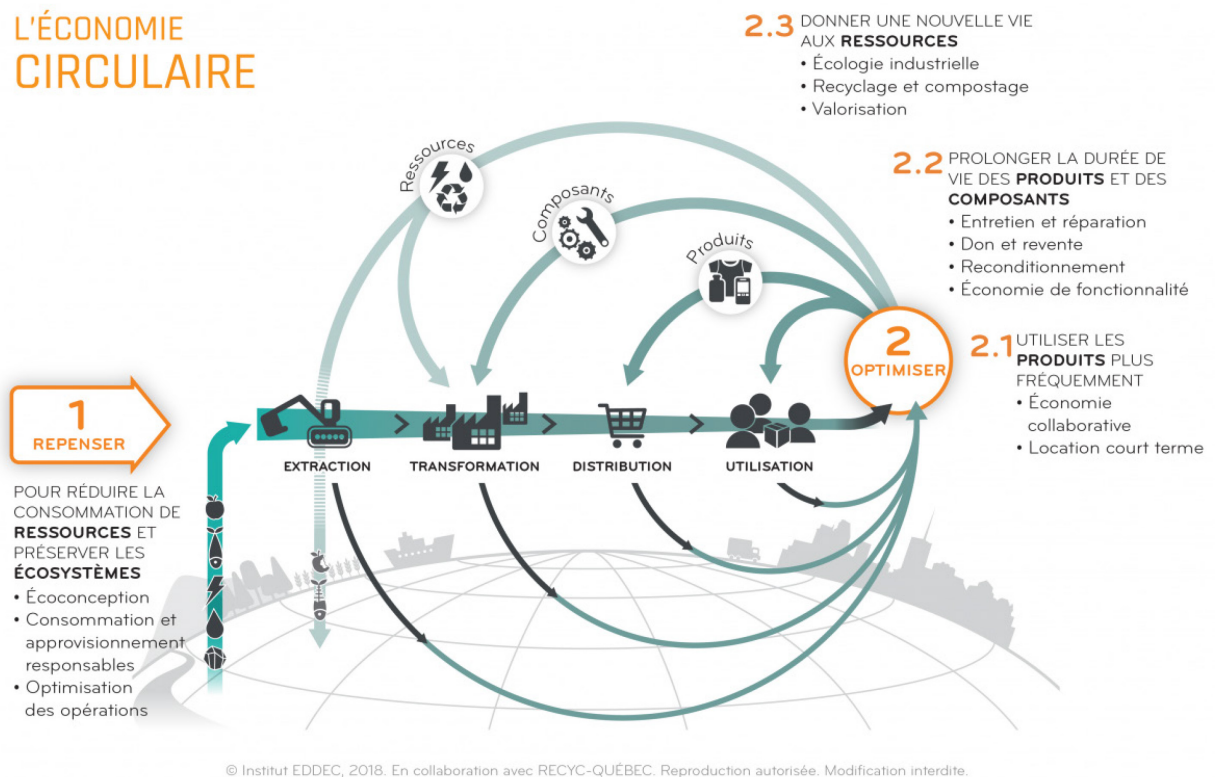


Figure 1-3 Schéma de l'économie circulaire (tirée de IEDDEC, 2018)

Le schéma, élaboré par l'IEDDEC en collaboration avec RECYC-QUÉBEC, est séparé en deux différents processus, comprenant douze mécanismes, présentés à la figure 1-3. Le premier processus est de repenser le produit ou le système pour réduire au maximum les ressources

utilisées et réduire l’empreinte environnementale (IEDDEC, 2018). Les mécanismes de ce processus agissent à hauts niveaux, influençant les décisions prises en amont de la chaîne pendant la planification et la conception. Le deuxième processus est l’optimisation, divisée en trois différents volets. On cherche à maximiser l’utilisation des produits durant le premier volet. Le prolongement de la durée de vie du produit est ciblé dans le deuxième volet. En fin de vie du produit, les solutions pour détourner les déchets de l’enfouissement sont appliquées. Après avoir repensé le système, les boucles les plus courtes et agissants localement sont à prioriser, afin d’accroître les effets d’une économie circulaire.



Figure 1-4 Schéma d'une économie circulaire par Circle Economy (tirée de Circle Economy, s. d.).

Dans le schéma proposé par Circle Economy et montré à la figure 1-4, on remarque que sept stratégies clés sont présentées, sans liens entre elles et sans se rattacher aux différentes étapes de la chaîne de valeur, dans le but de regrouper les termes et définitions de plus d’une vingtaine d’organisations mondiales et de pouvoir s’appliquer au plus grand nombre de situations possibles (Circle Economy, s. d.).

Les stratégies sont les suivantes :

- Prioriser les énergies renouvelables;
- Concevoir pour le futur;

- Conserver et allonger la durée de vie de l'existant;
- Repenser les modèles d'affaires;
- Intégrer les nouvelles technologies numériques;
- Utiliser les déchets comme ressources;
- Collaborer pour créer une valeur ajoutée (Circle Economy, s. d.).

On constate ainsi que le premier modèle présenté possède une trame logique couvrant l'entièreté de la chaîne de valeur, s'adaptant donc plus facilement au cycle de vie d'un produit. Comme ce modèle adresse chacune des étapes de la chaîne de valeur, son application semble plus systématique. D'un autre côté, le modèle proposé par Circle Economy s'intègre plus facilement à des services ou activités où il n'y a pas de création de produit tangible. Ceci en fait donc un outil pertinent pour l'étape de la réflexion ou de la planification. Les stratégies sont aussi présentées sans liens entre elles, facilitant donc l'implantation du modèle en pièce détachée.

Cependant, de façon générale et sans une approche concertée, ces concepts restent encore théoriques. L'ampleur et la complexité de l'EC, qui transforme nos modèles d'affaires actuels et apporte de nouvelles pratiques, sont de grands enjeux pour son implantation. La communication, la concertation et l'entraide entre les différentes parties prenantes sont clés à la réussite (Olivier, 2016). Pour accélérer la transition vers l'EC, différents états européens et asiatiques ont instauré de nouvelles lois pour l'application de l'économie circulaire et offert des incitatifs financiers (Olivier, 2016).

Des outils sont également disponibles pour fournir de l'information afin de faciliter la prise de décision durant la transition vers une économie circulaire. Ainsi, une analyse entrée-sortie brosse un portrait du flux des ressources sur un territoire ou périmètre sélectionné (CPEQ et al., 2018). Une analyse de cycle de vie (ACV) démontre les impacts sur les trois piliers de développement durable selon les différents critères choisis et compare les coûts, pour un produit, projet ou système (CPEQ et al., 2018). Une déclaration environnementale de produits (DEP) montre les impacts environnementaux d'un produit suivant les critères d'une ACV, selon un formulaire standardisé provenant de la norme ISO 14025 (voirvert.ca, s. d.).

1.2.5 Proposition d'une économie circulaire

La prochaine sous-section observe la valeur ajoutée et les limites anticipées d'une économie circulaire.

Valeur ajoutée

L'EC permettrait possiblement d'améliorer grandement certains enjeux présentés à la sous-section 1.1.5. Ces bénéfices attendus sont séparés ci-dessous selon les trois piliers du développement durable.

Environnement

La rareté des ressources et les autres enjeux environnementaux sont le principal moteur de cette proposition, et cette dimension en retire aussi de nombreux bénéfices (Lacy et al., 2015). Les conséquences néfastes d'une économie linéaire; soit l'énorme production de déchets et l'extraction démesurée des ressources naturelles, sont grandement atténuées avec l'implantation d'une EC (de Wit et al., 2018). Subséquemment, l'optimisation des ressources naturelles que nous utilisons contribuerait à protéger notre environnement. Nous laisserions plus de temps aux ressources renouvelables de se régénérer, et respecterions alors la biocapacité des écosystèmes (CPEQ et al., 2018). Les écosystèmes pourraient bénéficier sur une plus longue période les services rendus par ces ressources. Évidemment, une extraction moins fréquente limite également les perturbations et la pollution émise lors de ce processus (Sauvé et al., 2016). De plus, les émissions de GES produites à chaque étape du cycle de vie, comme associé à la gestion des matières résiduelles et à la production d'énergie nécessaire pour l'extraction et la fabrication, sont grandement réduites (CPEQ et al., 2018) (RECYC-QUÉBEC, 2018). D'ici 2030, l'application du modèle circulaire pourrait mener à une baisse de 32 % des émissions de GES (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Économique

La création de nouveaux emplois locaux, compensant et même dépassant la perte de ceux offerts dans le cadre d'une économie linéaire, serait un des apports considérables de l'EC à la dimension économique (RECYC-QUÉBEC, 2018). Il est également un point positif pour la dimension sociale. Aussi, la réduction de ressources utilisées, la diminution des coûts pour les matières premières,

le prolongement de la durée de vie, la gestion des déchets et autres mécanismes incitent à des prix plus compétitifs (wbcSD, 2017). En Europe, une augmentation de la productivité serait à prévoir, se traduisant en bénéfices pouvant atteindre 1,8 trillion d'euros et une augmentation du PIB (Barbosa et al., 2017) (Rizos et al., 2017). L'EC permettrait également d'être plus résilient, moins dépendant des matériaux importés et d'être à l'abri de la volatilité des marchés (Ministry of Environment and Spatial Planning, Republic of Slovenia, 2018). L'EC contraint la mise en place de nouveaux modèles d'affaires, apportant de l'innovation et de la créativité en entreprise. Ceci procure un avantage économique certain pour ceux qui mettent ce modèle en place (LWARB, 2017).

Social

Il ne faut pas sous-estimer les bénéfices de l'économie circulaire sur la société. La réduction des coûts des services et produits facilite la disponibilité de ces derniers et réduit ainsi les inégalités sociales. En d'autres mots, la consommation des ressources devient indépendante de la croissance économique, résultant en une répartition plus équitable de la richesse et offrant une meilleure qualité de vie à l'ensemble de la planète (Ellen MacArthur Foundation, 2019). De plus, pour transformer avec succès l'économie linéaire en économie circulaire, la collaboration, l'inventivité et la fibre entrepreneuriale de chaque partie prenante sont mises à profit. L'économie circulaire a la faculté de faire ressortir le meilleur de chacun, de faire rayonner la société et de connecter les gens entre eux (wbcSD, 2017). Une réduction du chômage est aussi envisagée avec l'application d'une économie circulaire (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

On remarque donc que l'EC apporte une grande valeur ajoutée pour les 3 piliers, en dépassant les attentes de seulement diminuer l'extraction des ressources et réduire les déchets.

Enfin, il est intéressant de constater que l'EC répond à au moins 12 des 17 objectifs de développement durable de l'ONU, qui ont été établis par l'Organisation des Nations Unies (ONU) dans le cadre de l'Agenda pour le développement durable 2030, afin de répondre aux différents enjeux de la planète (Ellen MacArthur Foundation, 2019) (ONU, s. d.). L'EC est particulièrement en accord avec l'objectif 12 : Consommation et production responsables, et avec les sous-objectifs

12.2 et 12.5, soit de gérer les ressources naturelles de façon durable et de réduire la production de déchets (Farigoul, s. d.).

Impacts négatifs

La création d'un effet rebond peut survenir lors de la mise sur pied d'une économie circulaire. Les bénéfices sont alors négligeables puisque la divulgation de la réduction des impacts environnementaux avec une EC pourrait entraîner une surconsommation de la part des consommateurs (CPEQ et al., 2018). Selon certaines études, l'effet rebond d'une économie circulaire pourrait provoquer une augmentation de la consommation de 30%, et dans certaines situations, jusqu'à 100%, produisant l'effet contraire souhaité et annulant tous les bénéfices annoncés (Zink et Geyer, 2017). Les études suggèrent alors qu'une économie circulaire soit accompagnée d'une stratégie visant à réduire la production et la consommation des biens et services (Makov et Font Vivanco, 2018). Impérativement, cet enjeu doit donc être pris en considération durant le déploiement d'un modèle d'EC.

Aussi, les investissements en amont peuvent être plus importants pour pallier au temps supplémentaire de conception, pour le développement d'innovations et nouveaux outils et pour le besoin de coordination plus accru entre les différentes parties prenantes. Ces éléments sont habituellement compensés par les bénéfices économiques mentionnés plus haut (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Finalement, les changements requis pour arriver à une EC sont draconiens pour toutes les parties prenantes dans toutes les étapes de la chaîne de valeur, autant pour les consommateurs, les gouvernements, les entreprises, le milieu universitaire, et les autres. Beaucoup de communication, de collaboration, de partage d'information, d'éducation et d'ouverture sont requis pour effectuer la transition, ce qui est complexe dans un monde où les différents acteurs sont nombreux. Les débats théoriques sur la définition de l'EC, de ses applications et de ses bénéfices à l'échelle mondiale sont tellement grands qu'il est logique de penser que la difficulté de l'arrimage pour ce changement profond est le plus grand enjeu de cette solution.

1.3 Portrait actuel de l'économie circulaire dans l'étape de la conception en construction au Québec

Au Québec, le secteur de la construction a été ciblé comme ayant un fort potentiel de circularité (CPEQ et al., 2018), à cause de la consommation importante de ressources, des impacts environnementaux majeurs en découlant et des bénéfices économiques possibles dans ce secteur (Smart Prosperity Institute et University of Ottawa, 2020). La même conclusion a été tirée par une étude sur l'économie circulaire au Canada, dans laquelle le secteur de la construction avait le plus haut potentiel de circularité au Québec et dans 10 autres provinces et territoires parmi les autres secteurs suivants : alimentaire, électronique, électrique, minier, métallurgique, plastique, production animale et aquaculture, et bois, pâtes et papiers (Cyrus Patel et Donin, 2020).

1.3.1 Acteurs clés

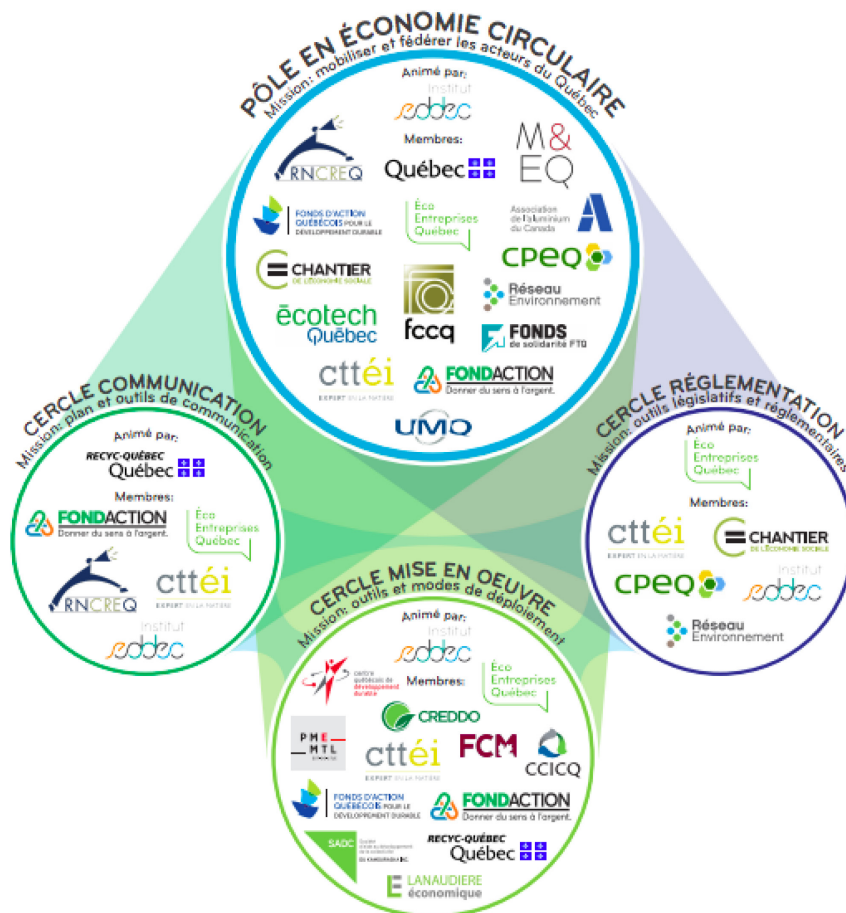
La concertation des principaux acteurs est essentielle pour amorcer la transition vers une EC au Québec. La liste des acteurs clés dans l'étape de la conception en construction au Québec est très longue et en continuelle évolution. Quelques groupes et parties prenantes pertinentes sont décrits dans les prochaines lignes.

L'Institut de l'environnement, de développement durable, et de l'économie circulaire (IEDDEC)

Fondée en 2014, l'Institut de l'environnement, de développement durable, et de l'économie circulaire (IEDDEC) représente les trois universités suivantes : Polytechnique Montréal, HEC Montréal et l'Université de Montréal. Le but de l'organisation est de faire de la recherche sur les thématiques mentionnées dans leur titre et de la formation pour ses étudiants, en plus de travailler en collaboration avec la communauté scientifique et de contribuer au transfert des connaissances. Avec RECYC-QUÉBEC et le ministère de l'Économie et de l'Innovation, elle fait partie du comité organisateur des Assises québécoises de l'Économie Circulaire dont la première édition a eu lieu en 2018. De plus, depuis 2015, l'institut coordonne le Pôle québécois de concertation sur l'économie circulaire, qui rassemble plus d'une quinzaine d'acteurs stratégiques pour l'implantation de cette façon de faire au Québec. Les acteurs sont présentés à la figure 1-5. Une des initiatives de ce pôle est la plateforme Québec circulaire présentée ci-bas (IEDDEC, s. d.). Depuis la fin de 2019, IEDDEC n'existe plus et Québec Circulaire reprend le contenu publié originalement sur le site de l'IEDDEC. En 2020, le Centre d'études et de recherches

intersectorielles en économie circulaire (CERIEC) a été fondé par l'École de technologie supérieure (ÉTS) et Desjardins, pour prendre la relève de l'IEDDEC (Tamaehu-Plovier, 2020b).

Parmi les autres organismes universitaires pertinents, on retrouve le Groupe de recherche en intégration et développement durable en environnement bâti (GRIDD) de l'École de technologie supérieure (GRIDD, s. d.). Laboratoire interdisciplinaire de recherche en ingénierie durable et écoconception (LIRIDE) de l'Université de Sherbrooke (LIRIDE, s. d.) et le Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) de Polytechnique Montréal et ESG-UQAM (CIRAIG, s. d.).



© Éco Entreprises Québec, 2018. En collaboration avec Institut EDDEC. Reproduction autorisée. Modification interdite.

Figure 1-5 Acteurs du Pôle québécois de concertation sur l'économie circulaire (tirée de Québec Circulaire, 2020)

Québec circulaire

Québec circulaire est une plateforme regroupant des acteurs clés pour accélérer la transition vers la circularité. Trois axes sont au cœur des actions de cet organisme, soit ; l'apprentissage, en donnant accès à de la formation, en partageant des connaissances et en offrant des outils pour faciliter la transition; la collaboration, en servant d'intermédiaire pour instaurer un flux de ressources et faciliter les partenariats entre différents intervenants; et la sensibilisation, pour vulgariser ce qu'est l'économie circulaire, ses effets et ses stratégies, et communiquer sur les avancées au Québec et les bonnes pratiques ailleurs dans le monde (Québec Circulaire, s. d.-a).

RECYC-QUÉBEC

RECYC-QUÉBEC est une agence gouvernementale qui promeut, éduque et facilite la saine gestion des matières résiduelles au Québec. Comme mentionné plus haut, elle est une membre impliquée dans le mouvement vers une économie circulaire (RECYC-QUÉBEC, 2018). RECYC-QUÉBEC a été éclaboussée lors de la crise du recyclage, lorsque l'Inde et la Chine ont décidé de refuser de recevoir les matières destinées à être recyclées. Son inaction face à l'envoi de plus de la moitié de nos déchets à l'extérieur de la province a été fortement décriée et son efficacité a été mise en doute (Pelletier, 2020).

Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCa) – Québec et Canada

L'objectif du conseil est de promouvoir le bâtiment durable auprès des professionnels œuvrant dans le milieu et les autres parties prenantes telles que les gouvernements et l'industrie de la construction. Le CBDCa offre des formations, organise différents événements et offre du support dans le but de développer et d'appliquer les bonnes pratiques de développement durable. Il est responsable de la certification LEED des bâtiments au Canada et il a mis sur pied une nouvelle certification, soit Bâtiment à Carbone Zéro (CBDCa, s. d.). Il est intéressant de constater que le CBDCa mentionne peu l'EC sur son site web, si ce n'est que dans son dernier rapport sur le bâtiment durable. Il la présente ainsi comme une des sept opportunités pour accélérer le bâtiment durable. Certaines autres opportunités sont cependant identifiées comme stratégie dans les deux modèles d'EC présentés plus haut, ce qui vient appuyer le fait que chacun a sa propre définition du concept émergent qu'est l'économie circulaire.

Ministères de l'Économie et de l'Innovation (MEI), du Travail, Emploi et Solidarité sociale (MTESS) et de l'Environnement et Lutte contre les changements climatiques (MELCC), et Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH)

Ces quatre ministères et leurs différents organismes sont et seront mis à contribution pour la transition vers l'économie circulaire dans le domaine de la construction. Le MEI est entre autres membre du comité organisateur des Assises de l'économie circulaire et s'affaire à stimuler les innovations dans le milieu des affaires. Le MTESS régit les activités du secteur de la construction, tandis que le MAMH s'occupe de la réglementation des bâtiments. La gestion des impacts environnementaux suite aux activités humaines ainsi que les initiatives et subventions en développement durable proviennent du MELCC (Gouvernement du Québec, s. d.).

1.3.2 Autres organismes pertinents

Le tableau résumé suivant présente les autres organismes pertinents :

Tableau 1-2 Autres organismes pertinents dans le secteur du cadre bâti

| Types d'organismes pertinents | Exemples |
|---|--|
| Ordres professionnels représentant les professionnels dans la conception de bâtiment. | Ex. : Ordre des ingénieurs (OIQ), Ordre des Architectes (OAQ). |
| Associations représentant les entreprises servant le domaine de l'essai. | Ex. : l'AFG, Association des Architectes en pratique privée du Québec (AAPPQ), Association de la Construction du Québec (ACQ). |
| Firmes d'architecture et de génie-conseil | Ex. : Lemay, WSP. |
| Donneurs d'ouvrage publics et privés | Ex. : Ville de Montréal |
| Entrepreneurs | Ex. : Pomerleau |
| Organisations à but non lucratif œuvrant dans le bâtiment durable | Ex. : Écohabitation, CaGBC |
| Usagers du bâtiment | Ex. : employés d'une organisation possédant ou louant une tour de bureaux |
| Organismes de matériaux récupérés | Ex. : Matériaux sans Frontières |

1.3.3 Le statut de l'économie circulaire en conception de bâtiment au Québec

Pour l'instant, l'économie circulaire reste un concept étant peu appliqué en conception de construction au Québec. Les quelques initiatives, publications, évènements et formations en EC ne concernent pas spécifiquement cette étape dans un projet de construction, et ne s'intéressent que quelques fois aux bâtiments ou au secteur de la construction. Les efforts sont fragmentés, sans vision d'ensemble, sans législations, ni incitatifs, et ce, pour tous les secteurs d'activité, y compris celui de la construction (Cyrus Patel et al., 2020).

Après avoir consulté les programmes universitaires de premier cycle de plusieurs universités québécoises en génie civil, de la construction, du bâtiment, et en architecture, le développement durable est une thématique rencontrée pour des cours complémentaires, mais les autres concepts tels que l'écoconception et l'EC ne semblent pas faire l'objet principal de cours. Polytechnique offre 3 programmes de 2ème cycle sur l'économie circulaire, mais se concentrant sur d'autres disciplines que le génie de la construction et du bâtiment (Polytechnique Montréal, 2015). Du côté de l'offre de formations pour les professionnels, après une recherche exhaustive, on compte peu de ressources, d'études de cas ou de formations ciblées à l'étape de la conception en construction. Le cours d'été Économie circulaire : une transition incontournable offert par l'IEDDEC est certes pertinent, tout comme le cours du même nom offert en ligne, et s'adressant aux étudiants comme aux professionnels (Édulib, s. d.), mais n'aborde que très peu le secteur de la construction. Il manque donc impérativement d'outils, d'information et d'encadrement de la part des associations et autres organismes pour amorcer réellement la transition durant le travail de conception dans les projets de construction.

Aucune publication se concentrant sur l'EC durant l'étape conception dans un projet de construction n'a été trouvée. La plus pertinente selon le contexte de l'essai est La réduction à la source des matériaux et résidus de construction- Guide pour la planification et la gérance de chantier (Perreault, 2017) (Chayer et al., 2019), qui est somme toute très pertinente et une intéressante première amorce vers une EC en construction.

Faute d'une avancée globale de l'EC en conception, quelques initiatives et progrès ont été réalisés dans les dernières années sur les chantiers de construction pendant l'étape de la réalisation du

projet. Quelques exemples sont présentés dans les prochaines lignes. Ainsi, dans la province, plusieurs centres de tri pour les résidus de CRD ont ouvert depuis 2015, facilitant le recyclage et la valorisation de ces matières. On note ainsi une augmentation du recyclage et de la valorisation du bois, du gypse et des bardeaux d'asphalte depuis leur ouverture (RECYC-QUÉBEC, 2020). En 2016, RECYC-QUÉBEC a lancé un appel de propositions sur l'écogestion de chantiers de construction, de rénovation et de démolition. Quatre projets ont été sélectionnés. Le premier est la publication nommée plus haut (Chayer et al., 2019). Deux projets ont mis sur pied un service de collecte de résidus de CRD et le dernier renovait un bâtiment existant à l'aide de matériaux récupérés. L'appel date de 2016 et il n'y en a pas eu d'autres depuis (RECYC-QUÉBEC, 2016). Autre exemple; Architecture sans frontières Québec (ASFQ), à l'aide de sa filière Matériaux sans frontières, récupère les dons de matériaux depuis 2002 pour les utiliser pour des projets communautaires ou pour revendre afin de financer leurs activités. À l'aide de ce programme, 109 tonnes de GES ont été évitées (ASF Québec, s. d.). Également, Soleno est un fournisseur québécois se spécialisant dans la gestion de l'eau pluviale en offrant de la tuyauterie en polyéthylène haute densité (PEHD) et des membranes géotextiles. Pour fabriquer ses tuyaux, il utilise du PEHD recyclé, provenant des centres de tris ou de partenaires, et embauche des gens ayant des limitations fonctionnelles (CPEQ et al., 2018). L'entreprise détourne 100 millions de contenants de plastique annuellement (Solenos, s. d.).

Bref, des initiatives prennent forme et peuvent servir d'inspiration pour d'autres acteurs clés du secteur et ainsi accélérer le mouvement vers une EC. On constate pour l'instant que ces initiatives ne représentent souvent qu'une stratégie d'EC à la fois selon les modèles présentés, et que les actions concertées, que ce soit en conception ou dans l'ensemble du secteur de la construction, pour les politiques publiques, le milieu universitaire ou le milieu du service-conseil sont à un stade embryonnaire. Aussi, force est de constater au fil des recherches que l'information sur les initiatives au Québec reste disparate. Outre une cartographie des parties prenantes de l'EC pour tout secteur confondu sur le territoire de l'agglomération de Montréal, effectuée en 2017, aucun outil regroupant les efforts pour le secteur de l'essai n'a été trouvé. Il faut souligner par contre que répertorier les initiatives est un facteur de réussite déterminant dans l'effet d'entraînement d'une économie circulaire, selon un guide sur l'EC écrit par des auteurs québécois en 2016 (Sauvé et al., 2016).

Dans l'ensemble, l'EC en conception de bâtiment, et même dans le secteur de la construction, est un concept encore embryonnaire et dont l'implantation rencontrerait plusieurs défis, surtout d'ordre de communication et d'engagement, vu le nombre de parties prenantes concernées et la profondeur du changement que ce concept amène. Cependant, le potentiel de cette approche à réduire les impacts environnementaux et à adresser les problématiques que rencontre l'étape de la conception de bâtiment non résidentiel est très intéressant et prometteur, et mérite qu'on s'y attarde davantage.

2 STRATÉGIES D'UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE APPLIQUÉE À L'ÉTAPE DE LA CONCEPTION DANS LE SECTEUR DE LA CONSTRUCTION NON RÉSIDENTIELLE

Dans le premier chapitre, l'étape de la conception d'un projet de bâtiment au Québec ainsi que les impacts environnementaux et les enjeux du secteur de la construction propre à cette étape ont été décrits. Ce chapitre a mis en lumière que le secteur de la construction a une énorme empreinte environnementale et est confronté à plusieurs autres enjeux de type organisationnel, de communication, réglementaire et de productivité. Le deuxième chapitre a posé les bases de l'économie circulaire et a identifié les deux modèles d'EC susceptible de faire évoluer l'étape de conception de bâtiment au Québec; soit ceux de Québec Circulaire et de Circle Economy. Ces modèles, regroupant plusieurs stratégies, ont été choisis comme source d'inspiration pour définir les stratégies les mieux adaptées à l'étape de conception dans la construction de bâtiments non résidentiels au Québec. Le présent chapitre est organisé selon ces stratégies.

Ainsi, en superposant le contexte de la conception et du service-conseil dans un projet de bâtiment à cette étape avec les modèles sélectionnés, on constate que certaines stratégies peuvent s'appliquer et sont pertinentes quant à leur capacité de réduire les impacts environnementaux générés à cette étape. Ces stratégies, présentées ci-dessous, sont utiles de prime abord pour les concepteurs afin d'aligner leur travail du quotidien avec le concept de l'économie circulaire. Les stratégies sont également pertinentes pour les dirigeants des firmes de services-conseils, les donneurs d'ouvrage, les décideurs politiques et autres parties prenantes clés qui collaborent avec les concepteurs ou influencent leur travail. Pour inclure ces stratégies dans le quotidien, ces gens ont un rôle important à jouer, car les concepteurs ont besoin d'alliés qui comprennent les rouages et l'ampleur de la tâche que nécessite l'implantation.

Évidemment, la route de l'implantation de ces stratégies est parsemée d'obstacles et ne se fera pas sans heurts, les obstacles recoupant notamment les enjeux législatifs, organisationnels et de communication mentionnée dans la sous-section 1.1.5. Afin de faciliter cette réforme de la pratique, des recommandations seront formulées au chapitre 3.

Bref, l'EC en conception de bâtiment, et dans le secteur de la construction au Québec en général, peut donc également être vu et utilisé comme moteur pour décloisonner cette pratique et la propulser dans une ère plus moderne.

Le prochain chapitre est donc divisé selon les huit stratégies circulaires suivantes :

- Écoconcevoir
- Prioriser les matériaux réemployés, recyclés et à faible impact environnemental
- Concevoir pour le changement de fonction
- Concevoir pour la déconstruction
- Allonger la durée de vie du bâti
- Favoriser une conception intégrée, une bonne communication et une étroite collaboration
- Tirer profit de la Technologie de modélisation de données du bâtiment (BIM) durant la conception
- Repenser les modèles d'affaires

Pour chaque stratégie, une analyse est présentée comprenant la description de cette dernière, l'application au sujet de l'essai, les bénéfices escomptés ainsi que les barrières à son implantation.

Certaines des stratégies sont déjà appliquées jusqu'à un certain degré, et ceci sera abordé pour chacune des analyses présentées ci-dessous. Il faut subséquemment approfondir ces pratiques, les exercer dans une vision d'ensemble, et les déployer avec une approche unifiée. L'ouverture des concepteurs et des clients face à cette nouvelle façon de faire est un facteur clé dans le déploiement de cette approche (UK Green Building Council, 2019) et sera discutée davantage au chapitre suivant sur les recommandations.

Comme présenté à la section 1.2.5, la valeur générale ajoutée de la transition vers une économie circulaire est principalement la réduction de GES, la préservation des matières premières, la réduction des déchets, la création d'emplois, la réduction des coûts de projet et la réduction des iniquités sociales, pour ne nommer que ces éléments-là. Ces bénéfices déjà abordés ne seront pas évoqués ci-dessous, alors que ce sont les opportunités supplémentaires et spécifiques au contexte de l'essai et aux stratégies proposées qui seront présentées.

Il est à noter que les certifications de bâtiments durables telles que LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BOMA BEST (Building Owners and Managers Association BEST) et BCZ (Bâtiment à Carbon Zéro) sont pertinentes et utiles dans le domaine du bâtiment durable. Elles

sont déjà, surtout dans le cas du LEED, souvent employées. Ainsi, depuis ses débuts en 2005, 4,025 bâtiments au Canada ont été certifiés LEED (Canadian Green Building Council, 2018). Cependant, ces certifications n'ont pas eu pour l'instant un impact majeur en termes d'économie circulaire, puisque la circularité dans le secteur du bâtiment n'a pas réellement progressé (Thelen et al., 2018). De ce fait, elles ont été très peu mentionnées dans les articles scientifiques et dans les rapports consultés. Elles peuvent donc être utilisées comme vecteur pour implanter certaines stratégies ci-dessous, car certaines sont adressées dans des critères de ces certifications. Elles ne seront cependant pas discutées dans les stratégies ni les recommandations, car elles ne font pas partie du « moteur » servant à faire la transition vers une économie circulaire.

Le schéma ci-dessous présente l'étape de la conception, les huit stratégies de circularité appliquées et dans quelles autres étapes ces stratégies influenceront dans le cadre d'un projet de bâtiment non résidentiel au Québec.

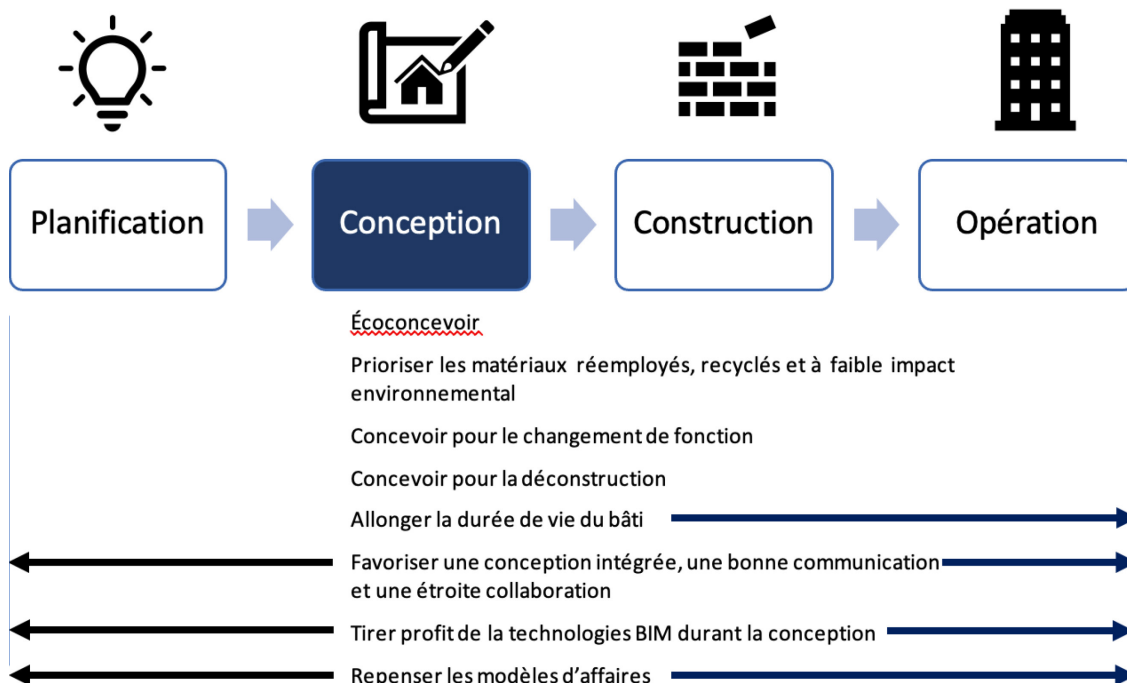


Figure 2-1 Schéma des étapes d'un projet de bâtiment non résidentiel et des stratégies d'économie circulaire adaptées à l'étape de la conception

2.1 Écoconcevoir

Le principe d'écoconception permet d'intégrer les considérations environnementales durant la phase de planification et conception d'un produit ou d'une activité pour toute la durée du cycle de vie (Organisation internationale de normalisation (ISO), 2020).

Les lignes directrices de la norme ISO 14006 : 2020 supportent l'implantation d'une stratégie d'écoconception. Cette norme fait partie du regroupement de normes ISO 14000; Management Environnemental. Ces outils aident à la planification, à la mise en œuvre et à l'amélioration continue d'un système de gestion environnementale dans une organisation (Organisation internationale de normalisation (ISO), 2020).

Au Québec, le ministère de l'Économie et l'Innovation décrit l'écoconception pour les services et produits en entreprise sur son site web (Ministère de l'Économie et de l'Innovation, 2020). Québec Circulaire est également une bonne source d'information sur le sujet (Québec Circulaire, 2020).

Les étapes d'une stratégie d'écoconception sont les suivantes :

- Comprendre les enjeux sociaux, environnementaux et économiques du projet;
- Identifier les parties prenantes concernées et leurs attentes;
- Analyser le cycle de vie du projet et concevoir selon ce cycle de vie (UK Green Building Council, s. d.);
- Sélectionner les approches d'écoconception pertinentes au projet (Ministère de l'Économie et de l'Innovation, 2020).

Les approches suivantes font partie d'une stratégie d'écoconception :

- Inscire au devis des critères d'approvisionnement responsable;
- Concevoir de manière optimale en évitant le gaspillage de ressources et d'énergie;
- Réduire les impacts environnementaux pendant l'utilisation du produit fini;
- Diminuer la quantité de ressources requise pour la construction et l'utilisation (Tamaehu-Plovier, 2020a);

- « Améliorer la gestion en fin de vie » (Ministère de l'Économie et de l'Innovation, 2020);
- Choisir des matériaux qui ont un faible impact environnemental;
- Concevoir pour allonger la durée de vie du produit;
- Concevoir pour la multifonctionnalité;
- Communiquer tôt dans le processus avec les parties prenantes (Ministère de l'Économie et de l'Innovation, 2020).

Certaines de ces approches seront présentées plus loin dans cette section comme étant des stratégies d'EC à part entière.

2.1.1 Application au contexte

La stratégie d'écoconception est très pertinente à l'étape de la conception de bâtiment non résidentiel. Il s'agit de garder la structure des livrables conventionnels de la conception, mais de suivre les étapes et d'appliquer les approches mentionnées ci-haut. La modification des vieux réflexes et des pistes balisées en conception est nécessaire pour réduire les impacts environnementaux d'un projet de construction d'un bâtiment, car les décisions prises durant cette étape se répercuteront sur toute la durée de vie de ce dernier (Chayer, 2018).

Pour aider à la prise de décision en écoconception, une ACV du bâtiment est un outil clé qui permet d'évaluer les impacts environnementaux du futur bâtiment. Il serait approprié de faire cette analyse durant la phase de conception, plutôt qu'en fin de projet, comme elle est utilisée présentement (UK Green Building Council, 2019). Elle permettra ainsi d'identifier les éléments ayant la plus grande empreinte environnementale et d'ajuster la conception pour la limiter. Bien que l'ACV soit actuellement souvent utilisée en fin de projet pour constater l'impact du bâtiment terminé, elle n'est d'aucune utilité pour améliorer la circularité du bâtiment déjà construit.

Guider l'approvisionnement pour qu'il soit responsable, donc avec des produits et matériaux locaux, renouvelables, sans polluants et qui ne sont pas dangereux pour la santé ni pour la nature (Nussholz et Milios, 2017), fait également partie des tâches clés du concepteur dans une approche d'écoconception. Dans cet ordre d'idée, il serait donc intéressant d'insérer au devis des critères d'approvisionnement responsable pour certains matériaux comme le bois et le béton. Il faudrait

également prioriser au devis les produits ayant une déclaration environnementale de Produit (DEP) (Chayer, 2018).

Le concept d'écoconception comprend également le fait de concevoir en éliminant le maximum de déchets potentiels créés tout au long de la chaîne de valeur. Ainsi, le concepteur doit définir les capacités structurelles requises et la quantité associée de matériaux pour respecter les exigences applicables, comme le Code du bâtiment et autres ouvrages, s'assurant de la sécurité et de l'intégrité du bâtiment (voirvert.ca, 2014). Par contre, les éléments non porteurs d'une structure et autres éléments superflus devraient être enlevés de la conception (ex, volume de matériaux supplémentaires, conception passive pour éliminer les appareils de CVAC, laisser la finition naturelle, etc.) (UK Green Building Council, 2019). Concrètement, il est faisable selon la littérature d'obtenir la même capacité structurelle en utilisant 40 à 50 % moins de béton que la manière de concevoir habituelle (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Aussi, les concepteurs doivent porter une attention particulière aux mélanges de matériaux, résines et additifs comme la peinture, qui se recycle difficilement, et éviter de les inclure dans le devis (Boquet, 2019). Réduire l'excavation requise, réduire le recouvrement des surfaces, et spécifier des composantes préfabriquées sont également de bons conseils à suivre durant la conception pour limiter les déchets à la fin de la vie utile d'un bâtiment (Chayer et al., 2019).

Enfin, selon une étude publiée conjointement par l'IDP du Québec et le Pôle Éco-conception et Management du Cycle de Vie de la France, l'adoption de stratégie d'écoconception pour un produit permet d'atteindre en moyenne des marges bénéficiaires de 12 % de plus que pour un produit conçu de façon « traditionnelle » (IDP et Pôle Éco-conception et Management du Cycle de Vie, 2014). Après réflexion, le bâtiment dans son ensemble peut être considéré comme un produit, et l'écoconception pourrait donc logiquement augmenter la profitabilité du bâtiment.

2.1.2 Bénéfices escomptés

Les bénéfices escomptés sont les suivants :

- Amélioration de la qualité des matières recyclées(National Zero Waste Council, 2016);
- Réduction de la toxicité des bâtiments;

- Amélioration de la rentabilité du bâtiment et de l'image du propriétaire du bâtiment, puisque les projets orientés vers le développement durable ont une bonne visibilité et sont appréciés des locataires potentiels et des parties prenantes (Ellen MacArthur Foundation et al., 2019);
- Fierté et motivation des parties prenantes et des occupants (IDP et al., 2014);
- Réduction des besoins de climatisation et de chauffage, et ainsi, de la demande en énergie (Ellen MacArthur Foundation, 2019);
- Réduction des coûts de matériaux grâce à la réduction de matériaux requis (Ellen MacArthur Foundation et al., 2019).

2.1.3 Barrières à l'implantation

Le principal frein est l'augmentation possible du temps requis des concepteurs pour faire leur travail, et par la bande, l'augmentation des honoraires. Effectivement, plus d'analyses et de recherches sont nécessaires, surtout au début de l'implantation d'une pratique d'écoconception. Ceci peut donc créer une réticence des concepteurs et des firmes d'ingénierie d'aller de l'avant avec l'écoconception puisque le prix de l'offre de service sera possiblement plus élevé et moins compétitif que ses concurrents. Cependant, le projet est plus profitable dans son ensemble, car le bâtiment peut être vendu ou loué plus cher et parce que les retombées positives ne sont pas que financières (IDP et al., 2014). Les bénéfices doivent donc être mis de l'avant lors des discussions et dans le cadre d'appels d'offres avec les clients potentiels.

2.2 Prioriser les matériaux réemployés, recyclés et à faible impact environnemental

Le choix des matériaux est primordial dans une économie circulaire. En effet, les matériaux sélectionnés ont une influence directe sur la capacité d'un projet à faire partie d'une économie circulaire et sur les impacts environnementaux de ce dernier (Ellen MacArthur Foundation et al., 2019). Le choix des matériaux se fait habituellement lors de la conception. Ce sont donc les concepteurs qui doivent prévoir pour les matériaux utilisés durant la construction et l'opération du bâtiment.

2.2.1 Prioriser les matériaux réemployés et recyclés

L'opportunité qu'offrent les matériaux et ressources déjà extraits est intéressante. Ces techniques limitent les émissions de CO₂ libérées en plus de préserver la source du matériel en question. Plus les boucles de circularité sont courtes, mieux c'est. Il est donc préférable de réemployer et réutiliser que de recycler ces matériaux. Ainsi, les impacts liés à la transformation sont moindres ou inexistantes et ces stratégies permettent de conserver la valeur du matériau (Boquet, 2019). Par exemple, les émissions de carbone intrinsèque, soit les émissions associées à la fabrication au transport et à l'installation d'un produit (Conseil du bâtiment durable du Canada, 2020), sont grandement réduites par le réemploi. Le recyclage des matériaux nécessite une ou plusieurs transformations, et donc plus d'émissions de CO₂ et d'autres impacts environnementaux. Cependant, opter pour des matériaux recyclés est quand même une bonne option comparativement à l'utilisation des matériaux neufs, car sa chaîne de valeur est plus petite (Material Economics, 2018). Ainsi, dans les deux cas, ce sont des approches qui doivent donc être privilégiées lorsque les matériaux et fournisseurs sont sélectionnés (Chayer et al., 2019).

Application au contexte

Les concepteurs sont responsables d'encadrer dans le devis technique les matériaux à utiliser, avec des critères de sélection. Ce sont eux, souvent en collaboration avec le client, qui doivent suggérer et analyser les produits proposés par les entrepreneurs et fournisseurs (Chayer et al., 2019). Il est intéressant de constater que certains fournisseurs québécois dans le secteur de la construction offrent des produits avec du contenu recyclé (Deloitte et CPQ, 2016).

Pour encourager le réemploi et le recyclage, il est préférable que les concepteurs spécifient des produits avec du contenu recyclé, des produits qui ont une certification durable telle que « Cradle to Cradle » et des produits qui sont faciles à désassembler, à réutiliser, à récupérer, à recycler et/ou à composter en fin de vie. C'est également pertinent d'encourager des fournisseurs qui osent sortir des sentiers battus. Par exemple, certains fournisseurs proposent un modèle d'affaires d'économie de fonctionnalité, soit d'offrir un service de fourniture sur une période donnée en assurant les réparations et remplacement au besoin, à la place de vendre un produit (UK Green Building Council, 2019).

Cependant, une problématique importante réside en la faible disponibilité et visibilité des matériaux réemployés et recyclés au Québec (Chayer et al., 2019). Pour y remédier, RECYC-QUÉBEC travaille à promouvoir la récupération de matériaux et à rassembler l'information, et suggère différentes sources d'approvisionnement telles que : Regroupement des récupérateurs et des recycleurs de matériaux de construction et de démolition du Québec (3RMCDQ), Matériaux Sans Frontières (MSF), Rénocyclage, l'Écochantier du Bas-Saint-Laurent, etc. (Chayer, 2018). Il existe également un répertoire pour les ressources et débouchés des matériaux récupérés au Québec (RECYC-QUÉBEC, 2018), qui est un outil très pertinent pour avoir une meilleure idée de la boucle de circularité des différents types de matériaux. Pour augmenter la disponibilité de matériaux, il serait également intéressant d'exploiter le gisement urbain, soit d'extraire des bâtiments et d'infrastructures non utilisés les matériaux disponibles. Cette source d'approvisionnement, qui certainement abondante, pourrait changer la donne dans le marché des matériaux recyclés (Stephan et Athanassiadis, 2018). Une banque de matériaux avec un inventaire en ligne serait également un atout précieux pour les concepteurs (Athanassiadis, 2017).

Enfin, il peut être difficile pour les concepteurs non initiés de faire la sélection de matériaux recyclés et réemployés. Un entrepreneur en démolition pourrait donc être appelé à faire partie de l'équipe de conception dès le départ pour bien reconnaître la valeur et le potentiel de circularité des matériaux qui seront spécifiés dans le devis (UK Green Building Council, 2019).

Bénéfices escomptés

Les bénéfices escomptés sont les suivants :

- Réduction des coûts de matériaux grâce au réemploi, et aux matériaux locaux utilisés (Ellen MacArthur, 2019);
- Réduction des coûts de transport vers les centres de tri pour disposer des résidus de CRD, qui ne sont pas toujours faciles d'accès, notamment en région éloignée (CPEQ et al., 2018);
- Réduction des émissions de carbone intrinsèque (LWARB, 2017).

Barrières à l'implantation

Les barrières à l'implantation, qui ont été identifiées, sont les suivantes :

- Il peut être difficile d'obtenir des matériaux de qualité et en quantité satisfaisante pour alimenter une partie des grands besoins du secteur, et ainsi devenir une option intéressante pour les concepteurs et les responsables de l'approvisionnement durant le projet (Nussholdz et Milios, 2017);
- Le tri des matières de CRD est complexe et difficile, et prend donc plus de temps (Boquet, 2019);
- La réutilisation des matériaux qui contiennent des composantes toxiques est problématique;
- Le code du bâtiment est présentement assez rigide sur l'emploi des matériaux réutilisés et recyclés, qui ne prend pas beaucoup en compte pour l'instant la possibilité d'en utiliser (Vivre en ville, s. d.)(Ellen MacArthur, 2019).
- Pour l'économie de fonctionnalité, il y a des risques additionnels lors de la location ou l'utilisation d'un service, par rapport au fait que les fournisseurs pourraient faire faillite durant la période du contrat et que ce modèle d'affaires est relativement nouveau dans le secteur et moins éprouvé (UK Green Building Council, 2019).

2.2.2 Nouveaux matériaux à faible impact environnemental

Évidemment, les matériaux neufs sélectionnés doivent également correspondre à des critères de développement durable. Les matériaux exempts de substances toxiques, locaux, durables, renouvelables et à faible teneur en carbone intrinsèque sont à privilégier.

Application au contexte

Ainsi, choisir des matériaux sans substances toxiques est non seulement bénéfique pour le bien-être et la santé des occupants, longuement exposés à ces matériaux, mais permet aussi

d'encourager pour la suite le réemploi, le recyclage et la valorisation de ces matières en fin de vie (Ellen MacArthur Foundation et al., 2019). De plus, penser en fonction de la durabilité et choisir les matériaux qui seront appropriés pour l'usage tout en apportant une longue durée de vie est impératif pour la transition vers une EC (Chayer et al., 2019).

La sélection de matériaux locaux permet de réduire les émissions associées au transport, tout en encourageant l'économie locale (Roux, 2018). Des innovations québécoises comme Carbicrete, soit un béton sans ciment et négatif en émissions de CO2 conçu à Montréal, peuvent être pertinentes pour satisfaire les critères mentionnés (Carbicrete, 2018).

Les nouveaux matériaux, conçus au Québec et ailleurs, et qui sont ou seront sous peu disponibles, peuvent être une solution intéressante d'un point de vue de développement durable (Beauchamp, 2019). Beaucoup de laboratoires de matériaux québécois se penchent actuellement sur différents écomatériaux prometteurs pour l'avenir (ex. : béton de chanvre industriel, isolants biosourcés, panneaux biosourcés stockant la chaleur, etc.) (Roux, 2018). Les concepteurs ont tout intérêt à se tenir à l'affût des recherches de ces laboratoires.

Il faut également prioriser les matériaux sobres en carbone intrinsèque, dont les émissions durant leur cycle de vie sont réduites (Circle Economy, 2019). De plus, les concepteurs peuvent appliquer les principes de la conception biophilique, qui réduira également les émissions de carbone intrinsèque du bâtiment. Cette dernière est inspirée de la nature et propose des solutions plus naturelles, en créant le moins de déchets possible. Par exemple, le concepteur pourrait ajouter ou conserver les arbres pour diminuer la demande en air climatisé, faire un design passif limitant les équipements mécaniques, planifier de la production énergétique sur les surfaces extérieures, etc. (Ellen MacArthur Foundation et al., 2019). Également, les matériaux écologiques proviennent non seulement de source durable, mais sont également réutilisables ou compostables en fin de vie. Ils sont donc à considérer (UK Green Building Council, 2019).

Bénéfices escomptés

Pour les matériaux sans substances toxiques, les avantages possibles sont les suivants :

- Amélioration de la qualité de l'air (Dupont, 2019), et ainsi, de la qualité de vie des occupants et de la productivité dans les bureaux grâce à la réduction de polluants dans les matériaux (Ellen MacArthur, 2019);

Pour les matériaux locaux, les bénéfices escomptés sont les suivants:

- Encouragement de l'économie locale;
- Réduction des émissions de CO₂ associées au transport et possiblement des frais de livraison

Pour la conception biophilique, les avantages possibles sont les suivants :

- Réduction des îlots de chaleur;
- Amélioration de la rétention de l'eau;
- Réduction du bruit et amélioration de la biodiversité (Ellen MacArthur Foundation et al., 2019)

Barrières

Les possibles barrières à l'implantation sont les suivantes :

- Bien que le code du bâtiment commence à permettre l'innovation, il peut tout de même être contraignant par rapport à l'usage des nouveaux matériaux (Parent, 2020). Les concepteurs dans les firmes de services-conseils sont alors moins portés à suggérer les innovations et les matériaux hors norme, également à cause du point suivant. Ceci demande également plus de travail de recherche pour le concepteur, habituellement assez serré dans le temps.
- Le coût des matériaux pourrait être plus dispendieux.
- La disponibilité de ces matériaux en termes de quantité et du nombre de fournisseurs les vendant pourrait être moindre (UK Green Building Council, 2019).

2.3 Concevoir pour maximiser l'utilité

L'objectif, pour cette stratégie, est de concevoir afin que le bâtiment puisse être adéquat le plus longtemps possible sans avoir à le démolir et pour maximiser son espace. Il faut donc concevoir pour l'adaptabilité et la modularité, l'ajout de fonction au bâtiment ainsi que la résilience.

2.3.1 Application au contexte

Dans la conception d'un bâtiment non résidentiel, concevoir pour le changement de fonction, c'est prévoir un bâtiment avec des unités et des systèmes muraux mobiles. Ceci offre une flexibilité très intéressante et permet au bâtiment de s'adapter au contexte de l'occupation (commercial, bureau, et même résidentiel au besoin) lorsque cette dernière évolue ou change complètement sans avoir à faire de grandes rénovations (Ellen MacArthur Foundation, 2019). L'utilisation et les ressources en sont ainsi optimisées. De plus, une conception typique de murs et autres composantes modulaire peut réutiliser plus de 80 % de matériaux provenant de l'enveloppe d'un bâtiment (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Ceci allonge donc la durée de vie des matériaux ainsi que celle du bâtiment en le modernisant et évitant la démolition.

Par exemple, DIRTT est une entreprise canadienne, spécialisée dans la préfabrication de bâtiments résidentiels et non résidentiels et s'impliquant de la planification à l'opération. Elle est un bon exemple d'entreprise concevant pour maximiser l'utilité des bâtiments qu'elle imagine et construit et applique également d'autres stratégies de circularité. Ainsi, elle s'assure que chaque composante peut être désassemblée et réutilisée ou recyclée par la suite. De plus, les composantes du bâtiment sont modulaires. Les occupants peuvent donc s'approprier l'espace en faisant facilement des changements dès l'occupation et de plus grosses modifications par la suite, telles que l'ajout ou la suppression de pièce, sans générer de déchets (DIRTT, s. d.). Un souci de la durabilité et du développement durable est présent dans chacune des actions posées par l'entreprise, telles que l'alimentation à l'énergie solaire de leurs bâtiments, un programme de recyclage créé par l'entreprise pour leurs résidus de CRD, l'emballage des pièces est compostable ou recyclable, etc. L'entreprise possède une certification d'analyse du cycle de vie et de déclaration environnementale de produit. Durant la conception, DIRTT utilise le logiciel Image Composite Editor (ICE), qui fait également parti des logiciels de type BIM décrit ci-dessous (ICE Software, 2017). Pour donner suite à cet exemple, il est intéressant de constater que les segments

préfabriqués sont pertinents dans une économie circulaire, réduisant les échéances et le budget, puisque l'environnement est contrôlé (Arup, 2016).

Le principe de l'économie collaborative permet de maximiser l'usage d'un bien en le partageant (Boquet, 2019). Il peut être utilisé de multiples façons dans le domaine de la construction. Par exemple, durant la conception, une réflexion est portée sur le nombre d'occupants du bâtiment et son usage. Puisqu'il est rare que les bâtiments soient occupés durant toutes les heures d'une journée, il serait intéressant que les clients et propriétaires des immeubles ayant des horaires d'occupations compatibles puissent collaborer et ainsi optimiser le bâtiment. Ces derniers pourraient aussi être multifonctionnels et pourraient héberger une multitude d'activités (ex. : restaurant, espace de coworking, lieu pour conférences, boutique éphémère, etc. dans un même lieu selon un horaire préétabli) (Boquet, 2019).

Le bâtiment pourrait également être conçu pour produire, au lieu d'uniquement consommer. L'objectif est d'optimiser l'infrastructure en place pour ajouter de la valeur. Ainsi, grâce aux conceptions innovatrices, le bâtiment pourrait produire de l'électricité pour répondre à ses besoins, par exemple avec des panneaux solaires installés sur son toit ou en captant les biogaz de ses déchets, et renvoyer le surplus sur le réseau électrique. Le bâtiment pourrait également servir d'ilot de fraîcheur, de capteur de CO₂ et de purificateur d'air en ayant une toiture verte et des murs végétalisés (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Il pourrait aussi produire de la nourriture avec des toitures converties en serres urbaines, comme les fermes Lufa, établies à Montréal (Lufa Farms, s. d.).

Enfin, les tendances des dernières années démontrent que l'intensité des événements naturels s'accroît à cause des changements climatiques (Stopwaste et Arup, 2018). Il est donc impératif de concevoir au Canada pour les vagues de chaleur, les inondations, les incendies et les tempêtes de vent (Provost, 2019). De ce fait, le CNRC travaille sur une nouvelle version du Code du bâtiment avec ces considérations en tête (Provost, 2019), mais les concepteurs ne devraient pas attendre pour concevoir des bâtiments pouvant résister à ces conditions climatiques extrêmes. La conception de l'enveloppe et de la structure, le choix du site et son aménagement ainsi que la sélection des matériaux ont un rôle à jouer dans la résilience climatique du bâtiment, et devraient prendre en compte cet enjeu (Stopwaste et al., 2018).

2.3.2 Bénéfices escomptés

Pour l'adaptabilité et la modularité, les bénéfices escomptés sont les suivants :

- Amélioration de la maintenance et de la réparabilité du bâtiment, ainsi que la réduction des coûts associés (Circular Economy Practitioner Guide, s. d.);
- Réduction des ressources requises sur tout le cycle de vie du bâtiment;
- Appréciation et augmentation du bien-être des occupants et des clients, pouvant adapter l'espace à leur guise et simplifiant les interventions (Boquet, 2019);

Pour l'ajout de fonctions, les avantages possibles sont les suivants :

- Partage des coûts lorsque plusieurs personnes et organisations partagent un bâtiment pour lui donner une vocation multiple;
- Amélioration de l'indépendance du bâtiment aux pannes électriques;

Pour la résilience, les bénéfices escomptés sont les suivants :

- Amélioration de la résilience du bâtiment aux changements climatiques (UK Green Building Council, 2019);

2.3.3 Barrières à l'implantation

Pour l'adaptabilité et la modularité, le frein potentiel pourrait être que l'investissement de départ serait peut-être plus onéreux pour des composantes indépendantes et modulables (désassemblage seul). Les concepteurs doivent donc mettre de l'avant que les économies sont à long terme et réduiront le coût d'opération et de remplacement (UK Green Building Council, 2019).

Enfin, de manière générale, ces stratégies peuvent prendre plus de temps à concevoir, compte tenu de la moins grande expérience des concepteurs dans ce champ d'expertise.

2.4 Concevoir pour la déconstruction

Actuellement, la manière conventionnelle de faire la gestion d'un bâtiment en fin de vie est de démolir à l'aide de machineries, souvent manipulées par un seul employé, pour défaire le bâtiment sans préserver les matériaux. Cette technique a comme objectif de pouvoir travailler le plus rapidement possible et ainsi économiser des coûts (RECYC-QUÉBEC, 2018).

Ce que la déconstruction propose, c'est de retirer les différentes composantes d'un bâtiment en conservant le plus possible la qualité actuelle des matériaux pour permettre le réemploi et le recyclage. Cette technique permet un plus grand rapport réemploi/réutilisation que la démolition conventionnelle, raccourcissant les boucles de circularité des matériaux (IEDDEC, 2018).

L'initiative de déconstruction doit être accompagnée de bons outils servant à tenir l'inventaire et à commercialiser des matériaux (RECYC-QUÉBEC, 2018). Des plateformes comme Cycle Up, utilisé en France pour vendre et acheter des matériaux de déconstruction ou de surplus, seraient pertinentes au Québec et pourrait aider à implanter la stratégie de réemploi et de réutilisation des matériaux (Cycle Up, s. d.).

La déconstruction peut également créer des emplois dans la construction. Par exemple, dans le secteur résidentiel, la déconstruction peut créer six fois plus d'emploi, et a donc un potentiel de 75 000 emplois au Canada, selon le président de l'entreprise Unbuilders, Adams Cornell (Metro Vancouver, 2019). Selon lui, il n'en coûte également pas moins cher pour le propriétaire de fonctionner ainsi puisqu'il obtient un crédit d'impôt, et ne paie pas pour l'enfouissement ni la gestion des matières résiduelles (Metro Vancouver, 2019). Dans la même veine, la ville de Vancouver priorise et encourage la déconstruction en délivrant les permis de construction aux entrepreneurs s'engageant à déconstruire et en réduisant de 50 % le coût de l'élimination au site d'enfouissement (RECYC-QUÉBEC, 2018).

2.4.1 Application

Au Québec, la démolition traditionnelle est pour l'instant la méthode privilégiée lorsqu'un bâtiment est en fin de vie (RECYC-QUÉBEC, 2018).

Par contre, concevoir pour la déconstruction pourrait changer la donne. Avec cette façon de faire, la déconstruction, et donc la récupération des matériaux, seraient beaucoup plus facile. La revalorisation des différentes composantes pourrait engendrer un revenu, contrairement au coût de démolition actuellement généré, en plus de donner une plus grande valeur économique au bâtiment (Boquet, 2019)

Le concepteur devrait donc réfléchir et planifier la fin de vie d'un bâtiment durant la conception. Les parties prenantes concernées auraient même intérêt à voir le bâtiment comme un entrepôt temporaire de matériaux (Leising et al., 2018). Les concepteurs n'aborderont donc pas la conception de la même façon s'ils doivent conserver l'intégrité des matériaux pour la récupération en fin de vie.

En concevant pour la déconstruction, on conçoit également pour la flexibilité et l'adaptabilité, soit la stratégie précédente. De ce fait, le bâtiment devrait être vu comme un casse-tête ou une structure de LEGO, où les composantes sont indépendantes l'une des autres, et peuvent être déplacées et retirées seule. Les joints mécaniques devraient être privilégiés aux colles et mortiers, qui ne sont pas réversibles. Comme mentionné dans la stratégie précédente, les finis toxiques devraient aussi être évités (UK Green Building Council, 2019).

De plus, la création d'un passeport des matériaux et l'utilisation de la technologie BIM sont très pertinentes à l'étape de la conception pour faciliter l'éventuelle déconstruction. Les sections discutant de ces sujets peuvent être consultées pour plus de détail.

2.4.2 Bénéfices escomptés

Les bénéfices escomptés sont les suivants :

- Amélioration de la qualité et de la quantité des matières recyclées (UK Green Building Council, 2019);
- Amélioration de la maintenance et de la réparabilité du bâtiment, ainsi que la réduction des coûts associés (Circular Economy Practitioner Guide, s. d.)
- Amélioration de la visibilité du concepteur sur le cycle de la vie du bâtiment.

2.4.3 Barrières à l'implantation

Les freins à cette stratégie sont les suivants :

- La déconstruction prend plus de temps à planifier, à concevoir et à exécuter, et demande également plus de ressources que la démolition traditionnelle (Chayer et al., 2019).
- La culture actuelle de la démolition et du travail en silo peut nuire à la transmission de l'information durant la vie du bâtiment. Les intervenants en fin de vie pourraient ne pas savoir que le bâtiment a été conçu pour la déconstruction, si l'information n'a pas circulé et si la méthode n'est pas encore courante dans les prochaines décennies.

2.5 Allonger la durée de vie du bâti

Il est très pertinent, dans une économie circulaire, d'opter pour la rénovation au lieu du démantèlement, de la démolition et de la reconstruction.

2.5.1 Application au contexte

Cette stratégie consiste en deux points : soit de rénover, entretenir, et préserver ce qui a déjà été construit en misant sur la réutilisation des matériaux et l'efficacité énergétique, et de construire en pensant à allonger la vie du bâtiment (Circle Economy, 2019). Comme établi plus haut, la conception est tout aussi importante dans la rénovation que dans la conception (Athanassiadis, 2017).

Pour allonger la durée de vie des bâtiments existants, il s'agit d'identifier, avec l'aide des concepteurs, les bâtiments qui sont propices à la rénovation, tels que les bâtiments patrimoniaux, les bâtiments ayant une grande qualité de construction, etc. (Stopwaste et al., 2018). La rénovation est de mise pour les endroits développés ayant un grand parc immobilier, qui peuvent ralentir le flux des ressources en revalorisant, en allongeant la vie utile, et gardant les bâtiments fonctionnels le plus longtemps possible (Circle Economy, 2018).

Le « recommissioning », ou la mise à niveau de la performance énergétique du bâtiment, est également un bon moyen d'allonger la durée de vie d'un bâtiment. Elle offre l'opportunité de recalibrer les systèmes du bâtiment, et ainsi améliorer le confort et la performance énergétique de 5 à 15 % (Ressources naturelles Canada, 2011). C'est un service offert par certaines firmes de génie-conseil qui commence à retenir l'attention et qui est tout indiqué pour allonger la durée de vie du bâti. Des compteurs intelligents et autres technologies permettent également d'optimiser la performance du bâtiment et de réduire les ressources requises durant l'opération, tels que l'eau et l'énergie. Les compteurs peuvent donner de l'information sur l'usure du bâtiment et ainsi permettre des interventions préventives, allongeant la durée de vie du ce dernier (Circle economy, 2019).

Pour concevoir pour la durabilité, il s'agit dans un premier temps d'optimiser la durée de vie des différentes composantes et services dans le bâtiment selon leur cycle de remplacement. Dans le cas des composantes de longue durée (fondations, structures, équipements mécaniques, etc.), il

faut choisir des options donc la durée de vie égale ou dépasse celle fixée avec le client pour tout le bâtiment. Ou encore, quand c'est possible, il est souhaitable que le concepteur spécifie au devis d'opter pour des fournisseurs favorisant la location de certains équipements ou reprenant leur composante (soit une économie de fonctionnalité, mentionnée aussi dans la stratégie de réemploi de matériaux). La responsabilité revient donc aux fournisseurs pour les changements et les réparations (UK Green Building Council, s. d.). Cette façon de faire fonctionne bien pour les services aux bâtiments (conduits, équipements mécaniques, énergie et électricité) ainsi que pour le mobilier et l'éclairage (Ellen MacArthur Foundation et al., 2015). Il faut également planifier une stratégie de maintenance dès la conception, adaptée et facile à effectuer (UK Green Building Council, 2019).

2.5.2 Bénéfices escomptés

Les avantages anticipés sont les suivants :

- Réduction des coûts d'opération et de maintenance quand ces stratégies d'économie circulaires sont implantées dès le départ (Ellen MacArthur, 2019);
- Réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments (Ellen MacArthur, 2019);
- Réduction des coûts de matériaux grâce à la réduction de matériaux requis (Ellen MacArthur, 2019).

2.5.3 Barrières à l'implantation

Les barrières à l'implantation de cette stratégie sont les suivantes :

- Allonger la durée de vie des bâtiments n'assure pas nécessairement un moins grand impact environnemental. Il faut valider avec une analyse de cycle de vie (UK Green Building Council, 2019).
- Il y a des risques additionnels lors de la location ou l'utilisation d'un service, par rapport au fait que les fournisseurs pourraient faire faillite durant la période du contrat et que ce modèle d'affaires est relativement nouveau dans le secteur et moins éprouvé (UK Green Building Council, 2019).

2.6 Favoriser une conception intégrée, une bonne communication et une étroite collaboration

Pour chacune des autres stratégies présentées dans ce chapitre, un des facteurs de réussite se trouve dans la collaboration et la communication aux parties prenantes concernées. Une bonne communication et une bonne collaboration sont nécessaires pour la réussite d'un projet. Elles sont encore plus importantes dans une économie circulaire, où les façons de faire sont différentes et où l'objectif ultime est de fermer la boucle et de ne générer aucun déchet, demandant un effort considérable de partage d'information et de travail d'équipe (Ellen MacArthur Foundation et al., 2019).

2.6.1 Application au contexte

Selon le Centre d'études et de recherches pour l'avancement de la construction au Québec, « le processus de conception intégré (PCI) est une méthode pour réaliser des bâtiments de haute performance qui contribuent à un cadre bâti durable »(Centre d'études et de recherches pour l'avancement de la construction au Québec et al., 2015). Le processus mise sur une collaboration avec toutes les parties prenantes impliquées pendant toutes les étapes d'un projet de bâtiment. L'objectif est d'enrayer le travail en silo, actuellement divisé par entreprise et par spécialité. En ce moment, il est difficile d'avoir une vision d'ensemble, d'optimiser les différentes étapes du projet et de trouver des synergies faisant gagner du temps et épargner des ressources. La performance des bâtiments et leur durabilité est moindre à cause de cette façon de travailler (Centre d'études et de recherches pour l'avancement de la construction au Québec et al., 2015).

Donc, le PCI est un travail collaboratif et multidisciplinaire. Le projet est divisé en plus petites composantes ou problématiques, qui doivent être résolues durant plusieurs itérations effectuées par l'équipe. Les rencontres et discussions d'équipe sont nécessaires pour le bon déroulement du PCI. Les 4 principes du processus sont les suivants :

- Collaboration continue entre l'équipe de projet et les parties prenantes;
- Itérations pour trouver la solution;
- L'« Innovation;
- La prise de décisions orientée par des objectifs de performance » (Centre d'études et de recherches pour l'avancement de la construction au Québec et al., 2015).

Pour faciliter l'implantation du PCI au Québec, des modes de réalisation des travaux autre que la conception-soumission-construction devraient être considérés. Par exemple, le mode conception-construction, aussi appelé "design built", embauchant une entité comprenant les concepteurs et les entrepreneurs au début du projet, permet un environnement plus collaboratif (Deloitte et al., 2016) et serait donc mieux adapté pour implanter des stratégies de circularité en conception de bâtiment non résidentiel au Québec.

Le PCI pourrait alors être utilisé comme mode pour atteindre une meilleure communication et collaboration dans les projets et ainsi faire la transition vers une économie circulaire. Il n'est pas essentiel de procéder ainsi, bien que le cadre et l'information provenant du PCI pourraient accélérer l'atteinte des résultats escomptés. D'autres moyens peuvent être aussi empruntés pour améliorer la collaboration et la communication. En fin de compte, les 4 principes du processus décrit plus haut mèneront à une meilleure communication et une plus grande collaboration et devraient être appliqués à l'étape de la conception, peu importe le cadre choisi.

2.6.2 Bénéfices escomptés

Les avantages escomptés sont les suivants :

- Amélioration de la productivité des concepteurs et autres intervenants (Lavallée, 2011);
- Réduction des coûts totaux (Lavallée, 2011) et de la durabilité, car les problèmes résolus et les synergies développés en équipe empêchent les angles morts.

2.6.3 Barrières à l'implantation

Il est actuellement très rare au Québec, durant l'étape de planification et de conception, d'avoir toutes les parties prenantes autour de la table pour contribuer à l'évolution du projet. Ainsi, plusieurs contrats sont donnés pendant ou après l'étape de la conception, comme celui de l'entrepreneur, qui ensuite faite des appels d'offres pour trouver ses différents fournisseurs. Il faudrait alors convaincre le client de la valeur ajoutée d'embaucher et d'impliquer tous les intervenants dès le début du projet, notamment en changeant le mode de réalisation.

2.7 Tirer profit de la technologie de modélisation de données du bâtiment (BIM) durant la conception

La technologie de modélisation de données du bâtiment (BIM) est une plateforme de réalité virtuelle permettant de visualiser l'intérieur du bâtiment, son aménagement et ses composantes (Deloitte et al., 2016).

Cette technologie numérique peut améliorer grandement le travail des intervenants par sa précision, sa transparence et sa virtualisation, facilitant la collaboration et la communication avec les parties. La valeur qu'elle ajoute pour une transition vers une EC est donc très intéressante (UK Green Building Council, 2019).

2.7.1 Application au contexte

Le potentiel de cet outil, habituellement développé avec par les intervenants responsables, est maximisé lorsqu'il est créé en début de projet. Cette plateforme permet le travail collaboratif avec les multiples parties prenantes (clients, ingénieurs, promoteurs immobiliers, fournisseurs, entrepreneurs, etc.) durant la phase de conception, puisqu'ils peuvent tous consulter et modifier au besoin la modélisation. Planifier de façon si précise et si transparente permet une meilleure adaptation du bâtiment au besoin des parties prenantes concernées ainsi qu'un usage efficace et optimal des matériaux, et facilite la déconstruction, le réemploi et le recyclage en fin de vie (Ellen MacArthur Foundation et al., 2019). Au Québec, la technologie est de plus en plus utilisée, mais son usage est encore loin d'être systématique en conception pour des projets de bâtiments (Deloitte et al., 2016).

Il est également pertinent d'utiliser BIM dans un processus de conception intégré (Société québécoise des infrastructures, s. d.). L'utilisation de cet outil pourrait donc également faciliter la transition vers une économie circulaire en raison de son accessibilité à tous, de la centralisation des informations et du climat propice à la collaboration créé.

Il serait aussi intéressant d'utiliser cette technologie pour cartographier les différentes composantes des bâtiments. Ainsi, un « passeport des matériaux » pourrait être créé et permettrait de répertorier la quantité, la qualité et l'origine des matériaux dans un bâtiment. Chaque composante posséderait un code QR qui peut être numérisé. Ainsi, toute l'information

sur cette composante serait disponible pour le réemploi, le recyclage ou autre. La traçabilité facilite donc la déconstruction, le réemploi et le recyclage et diminue la quantité de déchets à la fin de vie des bâtiments, alors que les concepteurs, propriétaires, entrepreneurs ne sont souvent plus là pour se souvenir de ces détails (Circle economy, 2019). Durant la conception, les professionnels peuvent être le gardien d'un tel répertoire. Ils doivent s'assurer qu'il est bien complété, et qu'il est remis aux personnes clés qui pourront le ressortir à la fin de la vie du bâtiment, ou qui seront chargées de le faire passer de main en main pour que cette information ne tombe pas dans l'oubli (Circle economy, 2019). Les informations sur les composantes, telles que l'origine, la date de fabrication, la maintenance requise, etc., peuvent être inscrites dans le répertoire pour plus de précision lors de la démolition (Honic et al., 2019)

2.7.2 Bénéfices escomptés

Les bénéfices envisagés sont les suivants :

- Amélioration de la productivité et la communication au sein d'un projet de construction en réduisant les changements requis en cours de route;
- Réduction des risques associés au projet;
- Optimisation des matériaux requis et réduction des coûts associés (McKinsey & Company, 2016).
- Amélioration de la qualité et de la quantité des matériaux récupérés lors de la démolition (Honic et al., 2019). Renforce la vision d'utiliser le bâtiment comme « entrepôt » de matériaux et améliore la circularité.

2.7.3 Barrières à l'implantation

Les freins sont les suivants :

- Augmentation possible du temps requis des concepteurs pour faire leur travail;
- Résistance au changement du milieu de la construction;
- Le « Contexte d'affaires lié au plus bas soumissionnaire », sont cités comme les barrières les plus importantes et expliquent en partie pourquoi le déploiement du BIM au Québec est lent (BIM Québec, 2017).

2.8 Repenser les modèles d'affaires

L'idée est de repenser les modèles d'affaires afin de trouver des synergies et opportunités entre les produits et services offerts. À travers les stratégies plus haut, nous avons abordé différents modèles d'affaire qui permette de tendre vers une EC dans un projet de bâtiment. L'économie de fonctionnalité peut être appliquée pour les différentes composantes du bâtiment, qui demeurent alors la propriété du fournisseur lors de la durée du contrat. Le fournisseur est responsable des réparations et de la maintenance, et a donc intérêt à ce que son produit soit durable et facile d'entretien. L'économie collaborative incite quant à elle à partager un bien entre différents individus ou organisation. Dans le cadre du sujet de cet essai, un bâtiment peut ainsi être partagé pour maximiser son occupation et ainsi réduire le nombre de bâtiments dont la collectivité a besoin. Parmi les autres modèles d'affaires associés à une EC, on retrouve l'allongement de la durée de vie du bâtiment et l'utilisation des ressources renouvelables, aussi abordé précédemment (Accenture Strategy, 2014). Enfin, la prochaine stratégie discute comment le modèle d'affaire du service-conseil pourrait s'adapter et être un catalyseur vers une EC.

2.8.1 Élargir le mandat du service-conseil

Pour pouvoir appliquer les stratégies circulaires, une des façons d'avoir un plus grand contrôle est de diversifier ses activités en tant qu'organisation (Nussholz et al., 2017).

Application au contexte

Deux chercheurs de l'université Lund en Suède ont réfléchi sur les innovations nécessaires dans les modèles d'affaires pour appliquer les stratégies circulaires dans la chaîne de valeur pour les bâtiments. Les deux firmes de services-conseils évaluées, dans le domaine de l'architecture, ont non seulement axés leurs services autour des stratégies de circularités (concevoir pour maximiser l'utilité et allonger la durée de vie des bâtiments, concevoir pour l'intégration de matières recyclées, etc.), mais ont également établi des partenariats pour développer et tester des matériaux issus de matières recyclées. Ils ont aussi approché des clients partageant les mêmes valeurs. L'une de ces compagnies a développé l'expertise de déconstruire elle-même les bâtiments de ses clients pour récupérer plus aisément les matériaux (Nussholz et al., 2017). Ainsi, l'étude démontre que plus les organisations placent l'EC et ses stratégies au centre de leurs activités en adaptant leur modèle d'affaires, plus l'impact est grand et la valeur ajoutée est importante. Cette façon de faire permet également d'être compétitif au niveau des coûts. Développer un réseau de clients et de fournisseurs utilisant des matériaux recyclés ne demande pas nécessairement une modification du modèle d'affaires, mais permet à l'organisation d'ajouter plus facilement de la valeur et d'avoir du succès, et de créer lentement un marché pour les matériaux de seconde main (Nussholz et al., 2017).

Subséquentement, il peut être pertinent pour une firme de services-conseils au Québec de développer certains partenariats avec l'industrie, des universités, des entrepreneurs, ou autre, pour lui permettre d'expérimenter et d'innover. Elle pourrait également ajouter des champs d'expertise et des activités complémentaires pour diversifier ses activités actuelles en embauchant de la main-d'œuvre qualifiée ou en procédant à l'achat d'une entreprise ayant des services complémentaires.

Bénéfice escompté

L'avantage anticipé est la croissance économique (Boquet, 2019).

Barrière à l'implémentation

Le marché dans lequel les organisations évoluent peut également être un frein à la progression de l'EC. Comme les infrastructures existantes de notre économie ne sont pas encore capables de supporter pleinement de nouvelles initiatives, même si la solution proposée provenant des stratégies d'EC est la meilleure, ce ne sera pas nécessairement celle qui est sélectionnée. C'est ce qu'on appelle l'effet de blocage (lock-in) et le sentier dépendant, aussi appelé "path dependency" (CPEQ et al., 2018). Ainsi, les organisations avec un modèle d'affaires hors-norme, aussi applicable pour les fournisseurs qui font de l'économie de fonctionnalité et décrit plus haut, pourraient avoir plus de difficulté à avoir du succès.

2.9 Synthèse des stratégies d'économie circulaire pour la conception du bâti

Suite à l'analyse de l'application des différentes stratégies d'économie circulaire au contexte de l'étape de la conception dans un projet de bâtiment non résidentiel, toutes les stratégies évoquées sont pertinentes et complémentaires dans l'atteinte d'une économie circulaire.

Dans l'immédiat, allonger la durée de vie semble certes la stratégie la plus pertinente, car c'est celle qui aurait le plus large éventail de retombées positives rapidement. Ainsi, comme beaucoup de stratégies misent sur des résultats à long terme avec de nouvelles constructions, rénover et restaurer pour empêcher la construction neuve est la mesure qui aurait le plus d'impact à court terme sur la réduction des déchets et des émissions de GES.

Nous remarquons également que la stratégie de technologie de modélisation de données du bâtiment (BIM) pourrait être implémentée plus aisément, car elle est de plus en plus connue dans le milieu au Québec. L'expertise développée à ce sujet est plus répandue et le milieu universitaire, professionnel et de la construction partagent leurs connaissances et les mettent à profit sur certains projets. Par exemple, la Société québécoise des Infrastructures (SQI) met maintenant en pratique le BIM sur ses plus gros projets de construction depuis 2016 (Rainville, 2017).

Enfin, l'écoconception est la stratégie sans doute la plus transformatrice, puisqu'elle englobe certaines autres stratégies d'économie circulaire et révisé profondément l'étape de la conception dans un projet de construction. Elle devrait assurément être mise de l'avant pour accélérer la transition vers une économie circulaire dans une approche concertée avec toutes les parties prenantes du milieu.

Les barrières communes dans ces stratégies proposées sont souvent, de prime abord, l'investissement de départ et le temps additionnel requis de la part des concepteurs et des autres parties prenantes. Il faut dire que notre modèle d'économie linéaire nous empêche de voir la valeur ajoutée en bout de parcours et nous presse à faire des économies dans l'instant présent. Ceci se ressent indéniablement sur le terrain, alors que les résultats les plus rapides, même s'ils sont moins probants que ceux à plus long terme, sont les plus valorisés.

Un des freins à l'implantation de ces stratégies est également la résistance au changement. Effectivement, comme les firmes de services-conseils ont toujours fonctionné de la même manière depuis très longtemps et de la même façon entre compétiteurs, tout en étant profitable, il est difficile de changer une recette gagnante. Par exemple, il peut être ardu de proposer quelque chose de différent au client, soit d'asseoir toutes les parties prenantes autour d'une même table lors de la conception pour travailler réellement de concert ou d'encourager les innovations dans les projets, sous toutes ses formes. L'objectif premier pour un donneur d'ouvrage est la rentabilité, souvent au détriment de la qualité, de la durabilité et de l'environnement.

Dans les deux barrières mentionnées, le dénominateur commun est, à juste titre, le donneur d'ouvrage. Certaines mesures qui pourraient être implémentées pour encourager l'économie circulaire devraient le cibler, ou encore avoir un impact sur ce dernier pour accélérer la transition à l'étape de la conception d'un projet de bâtiment non résidentiel. Également, il ne faut pas ignorer que tout ce qui touche les politiques publiques est un frein important à l'implantation de l'EC. Des recommandations concernant ces limites seront proposées à la section suivante.

3 RECOMMANDATIONS À IMPLANTER POUR ACCÉLÉRER LA TRANSITION DE LA CONCEPTION DU BÂTI VERS L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

La section suivante propose des recommandations pour accélérer la transition vers une économie circulaire durant la conception de bâtiments non résidentiels, selon la mise en contexte présentée plus haut ainsi que le constat effectué durant la formulation de stratégies adaptées.

Les recommandations présentées ci-dessous sont soit directement liées avec la conception de bâtiments non résidentiels au Québec, ou sont des recommandations plus générales, mais qui auraient un impact considérable sur cette dernière. Un des éléments importants à retenir, c'est qu'une action concertée de toutes les parties prenantes clés est requise pour faire la transition vers la circularité, notamment des décideurs politiques, des donneurs d'ouvrages et des dirigeants des firmes de services-conseils (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Pour mettre sur pied certaines de ces recommandations, une ou plusieurs sources de financement seraient d'une grande aide. Ainsi, voici quelques propositions de sources de financements selon les opportunités québécoises actuelles :

- Le Fonds d'électrification et de changements climatiques du gouvernement du Québec, anciennement le Fonds vert. C'est un fonds financé principalement par les ventes de droits d'émissions de la bourse du carbone ainsi que des redevances sur l'enfouissement des matières résiduelles et l'utilisation de l'eau. Ce fonds a comme objectif de financer des mesures pour réduire les GES de la province. Dans les dernières années, les projets financés par le fonds n'ont pas fait l'unanimité et ce dernier est actuellement en réforme (Bergeron, 2020).
- Le Plan pour une économie verte, sur lequel le gouvernement québécois actuel planche en ce moment. Un investissement de 6,7\$ milliard de dollars en cinq ans est prévu. L'objectif est de réduire de 37,5 % nos émissions de GES d'ici 2030 (Chouinard, 2020). Pour l'instant, selon les informations obtenues par les différents médias au Québec, 467M\$ sur cinq ans sont prévus pour diminuer d'au moins 50 % les émissions de GES dans les bâtiments (Gagnon, 2020). Il n'y a cependant aucune mention d'économie circulaire. Le plan sera révisé annuellement selon les recommandations d'un groupe d'experts et l'évolution de la situation (Chouinard, 2020). Évidemment, pour atteindre la cible d'émissions pour les bâtiments, il serait pertinent

de miser sur l'économie circulaire, et d'utiliser une partie du montant pour les mesures suggérées dans cette section.

- L'argent pourrait également provenir des redevances de la nouvelle taxe suggérée ci-dessous.

Le moment est donc propice pour obtenir du financement afin d'accélérer la transition vers une EC. Ailleurs, l'Union européenne possède un budget de 400\$M d'euros pour financer les initiatives d'EC en 2020 seulement, indiquant que ces dernières serviront à réduire les émissions de GES sur son territoire (Union européenne, s. d.).

Les recommandations s'articulent autour de 3 thèmes; soit adapter les politiques publiques, approfondir les connaissances et accompagner le secteur du service-conseil. Le tableau suivant présente un survol des recommandations selon ces thèmes et les acteurs clés :

Tableau 3-1 Sommaire des recommandations selon les thèmes, responsables et publics cibles en conception du bâti non résidentiel

| Thème | Recommandations | Effets attendus | Responsable | Public cible |
|---|---|---|---|--------------------------------------|
| <i>Adapter les politiques publiques</i> | Fin du règlement du plus bas soumissionnaire , limitant actuellement la qualité de la conception et les innovations | Les firmes de services-conseils seront plus encouragées, à la longue, à offrir un service plus complet et innovant. | Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation | Donneurs d'ouvrages publics |
| | Modifications contractuelles dans les contrats publics pour inclure des critères d'économie circulaire et de développement durable | Les firmes de services-conseils devront développer l'expertise de leurs ressources dans ces domaines et/ou embaucher pour répondre à ces critères | Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation | Donneurs d'ouvrages publics |
| | Contraintes de déchets et de rejets produits durant le chantier | Les concepteurs seront encouragés à faire de l'écoconception, pour | Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre | Entrepreneurs et donneurs d'ouvrages |

Tableau 3-1 Sommaire des recommandations selon les thèmes, responsables et publics cibles en conception du bâti non résidentiel

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| | de construction et envoyé au lieu d'enfouissement | respecter les contraintes de leurs clients. | les changements climatiques | |
| <i>Adapter les politiques publiques</i> | Mesure fiscale sur la quantité de déchet produit durant le chantier de construction et envoyé au lieu d'enfouissement | Les concepteurs seront encouragés à faire de l'écoconception, pour réduire les coûts de leurs clients associés à la gestion des déchets. | Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques | Entrepreneurs et donneurs d'ouvrages |
| | Incitatifs financiers pour encourager l'utilisation de matériaux recyclés | Les concepteurs et les clients auront davantage tendance à opter pour des matériaux et produits avec du contenu recyclé. | Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques | Donneurs d'ouvrages et concepteurs |
| | Modifications au code du bâtiment pour générer moins d'émissions de GES | La performance énergétique du bâtiment et le carbone intrinsèque feront l'objet d'une plus grande attention lors de la conception afin de respecter les critères plus ambitieux. | Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation | Toutes les parties prenantes du cycle de vie d'un bâtiment |
| <i>Approfondir les connaissances</i> | Organisme dédié à l'économie circulaire en construction | Ceci permettrait le partage des connaissances et l'approfondissement de la pratique entre donneurs d'ouvrage, professionnels et autres acteurs clés. | Organisme de bâtiment durable ou d'économie circulaire ou gouvernement du Québec | Toutes les parties prenantes du cycle de vie d'un bâtiment |
| | Recherche sur l'économie circulaire en construction au Québec pour documenter l'application des concepts et | Ces recherches étofferont les connaissances sur l'EC en construction et permettront aux parties prenantes d'être guidées dans cette démarche. | Organisme de bâtiment durable ou d'économie circulaire | Toutes les parties prenantes du cycle de vie d'un bâtiment |

Tableau 3-1 Sommaire des recommandations selon les thèmes, responsables et publics cibles en conception du bâti non résidentiel

| | | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|--|
| | analyser les coûts et les bénéfices | | | |
| <i>Approfondir les connaissances</i> | Formation auprès des étudiants et des professionnels | Cette mesure peut mener à la réforme de la pratique du service-conseil en permettant aux étudiants de s'approprier tôt dans leur carrière les réflexes et les codes propres à une économie circulaire. Les professionnels seront mieux outillés pour instiguer une EC au sein de leur milieu de travail. | Universités Firmes de services-conseils | Étudiants Concepteurs |
| <i>Accompagner le service-conseil</i> | Directive sur l'écoconception en service-conseil , décrivant, incitant et fixant des exigences minimales à l'allongement de la durée de vie et à la circularité. | Les firmes de services-conseils seront tenues de faire de l'écoconception la norme dans leur pratique. | Gouvernement du Québec | Firmes de services-conseils |
| | Certification analyse de cycle de vie avec le contexte québécois/ Canadien | L'objectif est de rendre l'ACV accessible et systématique durant la conception, pour mesurer facilement les impacts environnementaux du projet anticipé. | Organisme de bâtiment durable ou d'économie circulaire | Donneur d'ouvrage et tous les intervenants sur le projet |
| | Gestion du changement dans le service-conseil, volonté des clients et modification des contrats | Les firmes de services-conseils devront instaurer un PCI ou mécanisme similaire et travailleront davantage en collaboration lors de la conception. | Firmes de services-conseils | Firmes de services-conseil et donneurs d'ouvrage |

3.1 Adapter les politiques publiques

Le gouvernement, à l'aide de réglementation, mesures, et incitatifs, peut venir encadrer et promouvoir les bonnes pratiques, ainsi que décourager ou carrément interdire certains comportements nuisant à l'implantation de l'économie circulaire durant la conception du bâti.

3.1.1 Fin du règlement du plus bas soumissionnaire

Comme mentionné précédemment, la conception est une étape excessivement importante dans un projet de construction de bâtiment, où les décisions sont prises et influencent le reste du projet. Cette étape est pourtant trop souvent escamotée pour permettre les innovations et une bonne communication entre les parties prenantes. La transition vers une EC exigeant de modifier la façon de concevoir traditionnellement, il est impératif d'enrayer les barrières qui forcent les concepteurs à soumettre un prix plutôt qu'un processus et un résultat en appel d'offres. Subséquemment, le règlement du plus bas soumissionnaire conforme doit être enlevé. Bien que ce règlement concerne seulement les organismes publics, ces derniers sont d'importants donneurs d'ouvrage et pourraient avoir une importance considérable sur la façon générale dont les mandats sont attribués. Ailleurs au Canada et dans le monde, les contrats sont maintenant de plus en plus donnés selon le modèle « rapport qualité/prix », qui privilégie la qualité et la durabilité de l'ouvrage (Lavery Avocats, 2017).

3.1.2 Modifications contractuelles dans les contrats publics

Il s'agit d'inclure dans les contrats aux firmes de services-conseils des critères d'économie circulaire, de développement durable, de lutte aux changements climatiques et autres concepts que les applicants doivent respecter et réaliser lors de l'obtention du mandat. Le gouvernement québécois a de bonnes intentions en préparant des plans de développement durable et en se fixant des objectifs. Il doit également prêcher par l'exemple en octroyant des contrats devant respecter les concepts qu'il tente de mettre de l'avant et ainsi influencer les organisations privées de faire de même.

3.1.3 Contraintes de déchets et de rejets

Le gouvernement pourrait instaurer une réglementation concernant la fin de vie dans le domaine de la construction, reconnaissant son haut potentiel de circularité. D'autres pays ayant été de

l'avant avec ce genre de réglementation ont également visé certains secteurs à haut potentiel de valorisation (CPEQ et al., 2018). La réglementation pourrait limiter ou tout simplement exclure la possibilité d'utiliser les lieux d'élimination pour se départir des matières résiduelles. Il pourrait également rajouter certaines matières résiduelles issues du milieu de la construction à l'article 4 du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles, 2020). L'article 4 encadre ce qui ne peut être éliminé dans un lieu d'enfouissement. Cette interdiction aurait une incidence sur la conception, incitant les concepteurs et leur client à adopter les stratégies de circularité mentionnées au chapitre 2.

3.1.4 Mesure fiscale

Le point précédent suggère une réglementation limitant ou bannissant l'élimination de matières résiduelles dans le domaine de la construction. Une alternative à cette mesure serait d'imposer une taxe plus importante pour les déchets de CRD se rendant aux lieux d'élimination. Actuellement, il existe une redevance sur l'élimination de matières résiduelles dans les sites d'enfouissement (Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles, 2020), mais les coûts sont encore trop peu élevés (CPEQ et al., 2018) pour pousser les parties prenantes à changer leur façon de faire.

3.1.5 Incitatifs financiers

Il existe en ce moment très peu d'incitatifs financiers encourageant l'utilisation de matériaux recyclés (Ekins, 2020). Avec le financement potentiel mentionné plus haut, outre le support des autres recommandations dans cette section, des mesures incitatives pourraient voir le jour. Ainsi, nous pourrions encourager l'achat de produits recyclés lors des projets de construction en offrant une compensation. Le marché pourrait de ce fait se développer plus rapidement (CPEQ et al., 2018). Un crédit d'impôt ou une subvention pourrait aussi être offert pour récompenser les chantiers et organisations utilisant des produits avec du contenu recyclé ou des matériaux à faible impact environnemental.

3.1.6 Modifications au code du bâtiment

Actuellement, le code du bâtiment est peu restrictif pour le Québec puisque l'électricité y est abordable et génère moins d'émissions de GES que celle des autres provinces. La province est donc en retard sur les autres en matière de réduction de GES dans les bâtiments (ex. : piètre isolation des bâtiments, moins bonne performance énergétique) (Provost, 2019). En contraste, la ville de Vancouver s'est dotée de son propre code de bâtiment, avec des cibles très ambitieuses, forçant les nouvelles constructions à être carboneutre et les bâtiments existants à réduire leur demande énergétique de 20 % (Dominique Arnoldi, 2015). Puisqu'Hydro-Québec, principal fournisseur d'électricité au Québec, a du mal à gérer la demande d'électricité à la pointe l'hiver (Université McGill, 2020), le gouvernement aurait intérêt à prendre exemple sur les autres et se fixer ses propres objectifs beaucoup plus stricts d'économie d'énergie et de réductions de GES pour les bâtiments. Ceci obligerait les donneurs d'ouvrage à les respecter, et inciterait les concepteurs à être plus novateurs et à appliquer les meilleures pratiques. Dans le même ordre d'idée, il faudrait ajouter dans ce nouveau code des cibles pour les matériaux et techniques novatrices et les matériaux ayant du contenu recyclé.

3.2 Approfondir les connaissances

Il est impératif de faire plus de recherche pour bien comprendre et définir comment orchestrer une EC dans le secteur de la construction ainsi que partager ces connaissances, qui pourront mieux informer et guider les parties prenantes dans ce parcours.

3.2.1 Organisme dédié à l'économie circulaire en construction

L'objectif principal de cet organisme est de sensibiliser les différents acteurs tels que les décideurs politiques, les donneurs d'ouvrages, les entrepreneurs, les firmes de services-conseils, les fournisseurs et le public sur l'économie circulaire dans le domaine de la construction. Il pourrait offrir de la formation ciblée, servir de coordonnateur pour la recherche et organiser les campagnes de sensibilisations mentionnées ci-dessous. Il pourrait également former une communauté de pratique avec plusieurs parties prenantes de toutes les étapes du cycle de vie d'un bâtiment, qui pourraient échanger les leçons apprises, créer des partenariats, pousser les réflexions d'économie circulaires plus loin dans leur domaine respectif, discuter des opportunités et freins à l'EC et identifier les prochaines actions à mettre en place pour la transition dans le

domaine de la construction. Cet organisme pourrait aussi être hôte d'une table de concertation pour discuter des nouvelles mesures de politiques publiques à instaurer.

Une grappe est actuellement en formation dans le domaine de la construction, ayant comme objectif de stimuler l'innovation et la productivité (Conseil du patronat du Québec, s. d.). Ceci pourrait être l'opportunité de créer cet organisme comme vecteur pour les objectifs attendus. L'organisme pourrait être aussi créé et appuyé par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, et/ou du ministère de l'Économie et de l'Innovation, et/ou ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, ou pourrait faire partie d'un organisme existant.

3.2.2 Recherche en économie circulaire en construction

L'Économie circulaire est une nouvelle approche dont les stratégies se peaufinent d'étude en étude, de projet en projet et dont l'information est particulièrement manquante dans le domaine de la construction (Arup et Ellen MacArthur Foundation, 2018). L'application de cette approche est très complexe et il est ardu de passer de la parole aux actes sans assez de connaissances. Subséquemment, la recherche est primordiale pour faire avancer ce dossier et mériterait un budget dédié de la part du gouvernement du Québec, des investisseurs dans le domaine, ou autre. La recherche permettrait d'explorer l'application possible de ces concepts pour les secteurs à haut potentiel de circularité au Québec, ainsi que de modéliser les futurs impacts d'une EC pour estimer les retombées économiques de cette dernière. Il faudrait ainsi quantifier les impacts de l'implantation des stratégies sur les externalités telles que la réduction de GES, et la réduction des matières résiduelles envoyées au site d'enfouissement. La quantification de l'ajout de valeur économique par rapport aux investissements requis serait pertinente pour convaincre clients, partenaires, fournisseurs et compétiteurs d'embarquer dans cette approche.

Le document « Cadre conceptuel et indicateurs pour la mesure de l'économie verte », publié à l'été 2020, propose justement des indicateurs de flux de matières, en lien avec une économie circulaire au Québec, et mentionne lesquels sont disponibles et lesquels sont à fournir (Brehain et al., 2020). Il serait pertinent d'utiliser ces informations et de s'inspirer de ce travail pour établir des indicateurs propres au secteur de la construction.

Avec cette recherche, des rapports et autres outils pourront être publiés pour partager l'information. Par exemple, le Conseil du bâtiment durable de l'Angleterre a publié un guide sur l'économie circulaire dans l'environnement bâti à l'étape de la planification et de la conception. L'objectif de ce guide destiné principalement aux clients est d'expliquer les stratégies, comment elles s'appliquent au secteur et quelle est leur valeur ajoutée, à l'aide d'exemples et de statistiques (UK Green Building Council, 2019). Il serait donc très pertinent pour la section Québec du Conseil du bâtiment durable, ou pour le Conseil du bâtiment durable du Canada desservant tous les provinces et territoires de publier un guide semblable qui pourrait unifier les connaissances chez les parties prenantes. Un autre organisme dans le bâti durable ou l'organisme proposé dans la section précédente pourrait également en être le responsable.

3.2.3 Formation auprès des étudiants et professionnels

La façon dont nous enseignons la conception à l'université devrait être modifiée. Il devrait y avoir un volet « opération » et un volet « fin de vie/démantèlement » dans toutes les disciplines enseignées. Le concepteur sur le marché du travail doit avoir une meilleure vision d'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Il doit recevoir l'enseignement requis pour être capable de garder en tête comment l'opération se fera tout au long de la vie utile du bâtiment, comment ce dernier sera déconstruit, et comment les composantes seront réutilisées ou recyclées (UK Green Building Council, 2019). De plus, l'écoconception doit être un concept intrinsèque à la formation, et s'immiscer dans toutes les disciplines et chacun des cours. L'élève doit devenir un écoconcepteur, et non un concepteur qui connaît le concept de l'écoconception.

Les silos devraient également se briser à l'université. Il serait bon de faire travailler des gens des facultés d'aménagement, d'architecture et de génie ensemble. Quelques endroits le font déjà, mais ce n'est pas coutumier ni systématique. Il serait encore plus pertinent de faire des projets avec des étudiants au diplôme professionnel, en programme technique au CÉGEP et à l'université dans des domaines connexes (financement, construction, maintenance de bâtiment, etc.) pour simuler des projets réels et instaurer le processus de conception intégrée dès l'université.

Dans les firmes de services-conseils, les professionnels devraient être outillés pour comprendre et appliquer une approche circulaire, en leur faisant participer à des ateliers et en leur fournissant de la documentation. Des ateliers spécifiques devraient aussi être pensés pour les chargés de

projets et les vice-présidents, afin de changer leur mentalité et d'orienter les avant-projets (Arup, 2016). Des ateliers guidés, où des sessions de travail sont incluses, devraient aussi être donnés pour des équipes de projets. Les concepteurs seraient non seulement présents, mais également les clients, les entrepreneurs, les chargés de projet, et les fournisseurs. Dans le même sens, des ateliers adaptés devraient être offerts par le gouvernement ou un organisme impliqué aux donneurs d'ouvrages, leurs investisseurs, les entrepreneurs et les fournisseurs.

3.3 Accompagner le service-conseil

Le service-conseil a besoin d'une réforme profonde de sa pratique pour être un acteur de changement et établir l'EC comme valeur intrinsèque.

3.3.1 Directive sur l'écoconception en service-conseil

Le gouvernement québécois devrait appuyer l'écoconception en génie-conseil et dans les firmes d'architectures, avec l'aide d'organisme comme l'OIQ, l'OAQ, les universités ainsi que l'ACQ. Le développement d'un standard ou une directive avec tous ces organismes, qui décrit, incite et fixe les exigences minimales de l'allongement de la durée de vie et à la circularité. Par exemple, une directive sur l'écoconception a été implantée par l'Union européenne (CPEQ et al., 2018). Cette directive pourrait également être accompagnée d'une politique d'achat verte, qui exige un pourcentage de matériaux recyclés dans un projet et un pourcentage d'achat local. Cette directive influencerait également les programmes universitaires que suivent les concepteurs.

3.3.2 Certification cycle de vie avec le contexte québécois/ canadien

L'analyse de cycle de vie du produit consiste à analyser tous les impacts environnementaux, sociaux, financiers d'un produit durant toutes les étapes de sa vie utile, soit durant l'extraction, la transformation, la distribution, l'utilisation, et sa fin de vie (CPEQ et al., 2018). C'est en quelque sorte l'outil de référence qui valide l'économie circulaire. L'ACV est un concept qui est encore relativement nouveau, et peu répandu. Elle n'est pas systématique, donc très peu utilisée. Pourtant, cette analyse serait bénéfique dans les mains des concepteurs pour prendre connaissance de l'impact de la conception imaginée, rapidement et sans grand effort. Une analyse de cycle de vie sur un bâtiment est aussi très pertinente pour limiter les externalités négatives environnementales, sociales et économiques. Certaines certifications environnementales de

bâtiments, dont Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), donne des points pour une ACV. Dans le cas de la certification Bâtiment à Carbone Zéro (BCZ) du Conseil du bâtiment durable du Canada, c'est obligatoire (Conseil du bâtiment durable du Canada, 2020).

Une nouvelle façon de faire des ACV a vu le jour dans les dernières années, soit l'analyse de cycle de vie anticipée. Cette approche permet de travailler avec le manque de données, la gestion des risques et l'engagement des parties prenantes, tous des obstacles. Présentement, les ACV comparatives sont réalisées après le résultat final, et comparent deux solutions à savoir laquelle est la meilleure du point de vue environnemental, ne se concentrant pas sur l'amélioration de solutions existantes, ce que fait cette nouvelle méthode. Une ACV anticipée peut également être combinée avec une analyse multicritère pour être capable de comparer entre les catégories sociale, environnementale et économique et aussi confort, coût et performance énergétique et structurelle. Elle permet d'évaluer les nouveaux produits de construction innovateurs dans la période de faisabilité ou de conception (Göswein et al., 2020). Ce genre d'analyse devrait donc être encouragé dans la période de conception. Elle pourrait être obligatoire pour certains types de projets, ou encore pourrait être présentée sous forme de certification, un peu comme les certifications de produit Cradle to Cradle, DEP, etc. La certification pourrait être canadienne ou québécoise et le coût d'adhésion devra être bas pour encourager la participation. Elle pourrait aussi être subventionnée. Ceci baliserait l'ACV anticipée et la démocratiserait aux yeux des donneurs d'ouvrages et des firmes de services-conseils. Les parties prenantes pourraient ainsi voir sa valeur ajoutée et l'appliquer plus systématiquement lors d'un projet.

3.3.3 Gestion du changement dans le service-conseil, volonté des clients et modification des contrats

Une vaste campagne de sensibilisation dans le domaine de la construction, menée par le nouvel organisme proposé plus haut, serait bénéfique pour faire comprendre le concept et ses stratégies et pour encourager les initiatives et la participation des différentes parties prenantes (CPEQ et al., 2018). Il faut vendre aux donneurs d'ouvrage les bénéfices et communiquer les avantages et résultats de l'implantation d'une telle approche à l'aide de la recherche et en mettant de l'avant des exemples de projets qui ont éprouvé le concept. Il faut montrer que le jeu en vaut la chandelle même si l'investissement de départ est plus élevé.

Dans les firmes de services-conseils, la façon de travailler et la vision doivent changer. Le livrable doit être le bâtiment dans son entièreté, de la conception jusqu'à la fin de vie de ce dernier, et non seulement le plan et devis qui est remis au client pour la construction. Le travail doit en être un d'équipe. Le travail collaboratif, le processus de conception intégré, les ateliers en début de projet et les projets pilotes avec clients, fournisseurs et compétiteurs pour identifier les possibles partenariats stratégiques, les expertises complémentaires et les enjeux communs sont de bonnes façons de briser les silos et la compétition entre les firmes.

Pour arriver à ce changement, la responsabilité repose sur plusieurs épaules;

- La firme de service-conseil doit mettre de l'avant cette nouvelle pratique à l'interne et à l'externe;
- Le donneur d'ouvrage doit donner des contrats qui permettent l'implication de toutes les parties prenantes dès le départ et dont la durée est plus longue et permet les interventions durant toutes les étapes de la chaîne de valeur. Une approche concertée des donneurs d'ouvrage serait nécessaire pour massifier la demande et rendre les solutions circulaires plus accessibles (Boquet, 2019).
- Les organismes encadrant le service-conseil (OIQ, OAQ, AFG, AAPPQ) doivent amorcer ce processus et agir à titre de facilitateur dans cette transformation. Ils doivent mettre de l'avant que la compétitivité entre les individus, firmes et autres n'a pas sa place dans un projet où les rôles sont attirés et que l'objectif est de repousser les limites du projet conventionnel pour livrer un bâtiment novateur, circulaire, de qualité et limitant ou ayant aucun impact environnemental négatif.

CONCLUSION

L'objectif principal de cet essai était de réfléchir à comment une économie circulaire appliquée à l'étape de conception d'un bâtiment peut contribuer à la réduction des impacts environnementaux générés lors du cycle de vie complet d'un bâtiment et régler d'autres enjeux associés au secteur de la construction au Québec.

Pour y arriver, un portrait du secteur de la construction et plus précisément de l'étape de la conception au Québec a été brossé. Certains enjeux que fait face ce secteur ont été détaillés, et les impacts environnementaux ont été documentés. Ensuite, l'économie circulaire adaptée au secteur de la construction, sa valeur ajoutée et ses stratégies ont été présentés, de même qu'un portrait actuel de l'économie circulaire dans l'étape de la conception en construction au Québec.

Avec ce constat, on remarque ainsi que le secteur de la construction est peu circulaire, et que les stratégies de circularité sont peu appliquées durant l'étape de la conception. Le secteur de la construction étant complexe, très règlementé, réputé comme réfractaire au changement, et ancré dans la réalisation de profit rapide, ce climat est donc moins propice à la transition vers une économie circulaire.

Pour appliquer l'économie circulaire à la conception du bâti, huit stratégies adaptées à ce contexte, destinées aux concepteurs et aux firmes de services-conseils, et tirées de deux différents modèles d'EC ont été présentées. Les bénéfices escomptés et les freins à l'implantation de chacune des stratégies ont également été décrits. Afin d'enlever ces barrières, des recommandations ont été effectuées au chapitre trois.

Ainsi, on retient qu'une action concertée des décideurs politiques, des donneurs d'ouvrages, des firmes de services-conseils et des concepteurs est essentielle à la transition vers une économie circulaire à l'étape de la conception du bâti. Comme les décideurs politiques ont le contrôle sur la réglementation, les mesures fiscales et les incitatifs, ce sont eux qui ont la plus grande influence sur le rythme de la transition.

Cette transition est une tâche colossale qui nécessite beaucoup de temps et d'énergie, mais qui semble impérative due aux impacts environnementaux du secteur de la construction. Cet essai a

été rédigé comme un des points de départ pour une réflexion profonde entre tous les acteurs du milieu. Une analyse plus poussée de plusieurs pistes abordées ici pourrait ainsi contribuer à outiller ces acteurs et aider à la prise de décision pour aller vers un monde circulaire.

RÉFÉRENCES

- Accenture Strategy. (2014). Circular Advantage. Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth.
- ACQ. (2014). Vers le chantier parfait. <https://www.acq.org/grand-public/grands-dossiers/vers-le-chantier-parfait/>
- Adams, K. T., Osmani, M., Thorpe, T. et Thornback, J. (2017). Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management*, 170(1), 15-24.
- Agence de la transition écologique. (s. d.). Expertises, Économie circulaire. Agence de la transition écologique. <https://www.ademe.fr/expertises/economie-circulaire>
- AFG. (s. d.). Association des firmes de génie-conseil – Québec (AFG) - Rôle de l'ingénieur-conseil. <http://afg.quebec/genie-conseil/role-de-lingenieur-conseil>
- Akhtar, A. et Sarmah, A. K. (2018). Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective. *Journal of Cleaner Production*, 186, 262-281.
- Arup. (2016). The Circular Economy in the Built Environment. <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-economy-in-the-built-environment>
- ASF Québec. (s. d.). Économie circulaire. Architecture sans frontières Québec. <https://www.asf-quebec.org/nos-programmes/economie-circulaire/>
- asf-quebec. (2020). Déconstruction: vers une économie circulaire des matériaux. Architecture sans frontières Québec. <https://www.asf-quebec.org/deconstruction-vers-une-economie-circulaire-des-materiaux/>
- Barbosa, P., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M. J., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N. et Brown, S. (2017). Reinventing construction through a productivity revolution | McKinsey. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution#>
- Bâtiment durable | Batiment Durable. (s. d.). <https://batimentdurable.ca/>
- Bergeron, P. (2020). Québec veut bonifier sa réforme du Fonds vert. La Presse. <https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/2020-06-04/quebec-veut-bonifier-sa-reforme-du-fonds-vert>
- Bergeron, P. (s. d.). Benoit Charette dénonce «l'obstruction» de l'opposition dans la réforme du Fonds vert. Le Devoir. <https://www.ledevoir.com/politique/quebec/581026/benoit-charette-denonce-l-obstruction-de-l-opposition-dans-la-reforme-du-fonds-vert>

- Betts, M., Robinson, G., Leonard, J., Sharda, A., Whittington, T. et Burton, C. (2015). Global Construction 2030. Global Construction Perspectives & Oxford Economics.
<https://www.ciob.org/industry/policy-research/resources/global-construction-CIOB-executive-summary>
- Bolduc, L. P. (2014). ICI, secteur CRD, gestion des matières résiduelles, 3RV. Écohabitation.
<https://www.ecohabitation.com/guides/1329/transformer-les-dechets-en-opportunités-daffaires-ces-cinq-entreprises-dici-lont-fait/>
- Boquet, K. (2019a). Économie circulaire : vers une sobriété positive ? Greenflex.
<https://info.greenflex.com/livre-blanc-economie-circulaire-greenflex>
- Boquet, K. (2019b). Livre blanc économie circulaire | GreenFlex. GreenFlex.
<https://info.greenflex.com/livre-blanc-economie-circulaire-greenflex>
- Brehain, S. et Uhde, S. (2020). Cadre conceptuel et indicateurs pour la mesure de l'économie verte - Quebeccirculaire.org, la plateforme qui rassemble les acteurs de l'économie circulaire au Québec. Institut de la statistique du Québec.
<https://www.quebeccirculaire.org/library/h/cadre-conceptuel-et-indicateurs-pour-la-mesure-de-l-economie-verte.html>
- Gouvernement du Canada (2011). recommissioning. <https://www.rncan.gc.ca/efficacite-energetique/donnees-recherche-connaissance-s/innovation-des-batiments/optimisation-des-batiments/recommissioning/3794>
- Canadian Council of Ministers of the Environment. (2019). Guide for Identifying, Evaluating and Selecting Policies for Influencing Construction, Renovation and Demolition Waste Management, 151.
- Canadian Green Building Council. (2018). LEED Impact Report Canada 2018.
<https://www.cagbc.org/leedimpactreport2018>
- CBDCA. (s. d.). À propos | Batiment Durable. <https://batimentdurable.ca/section-quebec-cbdca>
- CEIC. (2015). Actualités — Commission d'enquête sur l'octroi et la gestion des contrats publics dans l'industrie de la construction. Gouvernement du Québec. <https://www.ceic.gouv.qc.ca/>
- Chayer, J.-A. (2018). Les impacts environnementaux d'un bâtiment et les outils pour les évaluer.
http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/documents/SHQ/colloque_gestionnaire_technique/2017/CGT-2018-10-impacts-environnement-batiments.pdf
- Chouinard, T. (2020). La vente de véhicules à essence interdite dès 2035. La Presse.
<https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/2020-11-14/quebec/la-vente-de-vehicules-a-essence-interdite-des-2035.php>
- CIRAIG. (s. d.). Accueil. CIRAIG. <http://ciraig.org/index.php/fr/accueil/>

- Circle Economy. (2019). Building a circular construction sector is hard, but it is happening. <https://www.circle-economy.com/news/building-a-circular-construction-sector-is-hard-but-it-is-happening>
- Cole, R. (s. d.). EU commits €1bn of Horizon 2020 funding to circular economy until 2020. Resource Magazine. <https://resource.co/article/eu-commits-1bn-horizon-2020-funding-circular-economy-until-2020-12198>
- ConstruForce Canada. (2018). Regard prospectif- Construction et maintenance- Québec- Points saillants 2018-2027. Gouvernement du Canada.
- Corporation des entrepreneurs généraux du Québec. (2014). Livre blanc sur l'octroi et la gestion des contrats publics au Québec. http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=17010652
- CPEQ. (2012). Implanter une démarche de développement durable Pour une gestion intégrée des enjeux et des occasions en entreprise.
- CPEQ, CPQ, et EEQ. (2018). L'économie circulaire au Québec: opportunités et impacts économiques. Repéré à [nvdjsnvfshttps://www.cpq.qc.ca/wp-content/uploads/2018/03/economie-circulaire-au-quebec.pdf](https://www.cpq.qc.ca/wp-content/uploads/2018/03/economie-circulaire-au-quebec.pdf)
- Cyrus Patel, S. et Donin, G. (2020). Priority Industries for a Circular Economy in Canada. Smart Prosperity Institute. <https://institute.smartprosperity.ca/publications/IndustriesCircularEconomy>
- Deloitte. (2019). Chantiers de réflexion Vers la création d'une grappe dans le secteur de la construction. https://www.cpq.qc.ca/workspace/uploads/files/rapport_final_remis_au_mei_1.pdf
- Deloitte et CPQ. (2016). Étude sur l'écosystème d'affaires de la construction au Québec.
- Desrosiers, É. (2019). Québec révisera la règle du plus bas soumissionnaire. Le Devoir. <https://www.ledevoir.com/politique/quebec/565889/quebec-revisera-la-regle-du-plus-bas-soumissionnaire>
- de Wit, M., Hoogzaad, J., Ramkumar, S., Friedl, H. et Douma, A. (2018). The Circularity Gap Report: Our World is only 9 Circular. Circle Economy. <https://www.circle-economy.com/the-circularity-gap-report-our-world-is-only-9-circular/>
- de Wit, M., Hoogzaad, J., Verstraeten-Jochensen, J. et Kubbinga, B. (2019). The Circularity Gap Report 2019. Circle Economy. <https://www.circle-economy.com/the-circularity-gap-report-our-world-is-only-9-circular/>
- de Wit, M., Hoogzaad, J. et Von Daniels, C. (2020). The world is now only 8.6% circular - Circularity Gap Report 2020. <https://www.circularity-gap.world/2020>

- DIRTT. (s. d.). DIRTT Environmental | ICE Software | Who We Are » DIRTT Environmental Solutions. <https://www.dirtt.com/who-we-are/>
- Écohabitation. (s. d.). Réduire la quantité de déchets du secteur CRD en ciblant les bardeaux d'asphalte et le gypse. <https://www.ecohabitation.com/guides/3350/reduire-la-quantite-de-dechets-du-secteur-crd-en-ciblant-les-bardeaux-dasphalte-et-le-gypse/>
- Éditions Larousse. (s. d.). Définitions : besoin - Dictionnaire de français Larousse. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/besoin/8907>
- Édulib. (s. d.). Économie circulaire : Une transition incontournable. <https://cours.edulib.org/courses/course-v1:EDDEC+EC-101+H2019/about>
- Ekins, P. (2020). Resource Efficiency, Extended Producer Responsibility and Producer Ownership- Resource Efficiency, Extended Producer Responsibility and Producer Ownership.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015a). Potential for Denmark as a circular economy A case study from: Delivering the circular economy- A toolkit for policy makers. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/government/20151113_DenmarkCaseStudy.pdf
- Ellen MacArthur Foundation. (2015b). Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). Completing the picture How the circular economy tackles climate change. www.ellenmacarthurfoundation.org/publications
- Ellen MacArthur Foundation et Arup. (2019). Circular Economy in Cities: Urban buildings system summary (p. 30).
- Ellen MacArthur Foundation, SUN, et McKinsey Center for Business and Environment. (2015). Circular Economy Report - Growth Within. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>
- Environnement et Changement climatique Canada. (2019). Le gouvernement du Canada annonce une aide financière pour accélérer la transition vers des bâtiments à carbone zéro [communiqués de presse]. Gouvernement du Canada. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/nouvelles/2019/02/le-gouvernement-du-canada-annonce-une-aide-financiere-pour-accelerer-la-transition-vers-des-batiments-a-carbone-zero.html>
- Evans-Greenwood, P., Hillard, R. et Williams, P. (2019). Digitalizing the Construction Industry. Deloitte Insights, 25. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/digital-transformation/digitizing-the-construction-industry.html>

- Farigoul, S. (s. d.). Objectif 12 : Établir des modes de consommation et de production durables. Développement durable. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/sustainable-consumption-production/>
- Formes. (2019). Contrats publics – L’aberration du plus bas soumissionnaire. Magazine FORMES. <http://www.formes.ca/architecture/articles/contrats-publics-l-aberration-du-plus-bas-soumissionnaire>
- Fourneau, K. (s. d.). Alternatives à la crise du logement, le retour à une solidarité et à un vivre ensemble ?
- Gagnon, K. (2020). Nouveau plan vert de Québec : « complètement insuffisant ». La Presse. <https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/2020-09-18/nouveau-plan-vert-de-quebec-completement-insuffisant.php>
- Garon, J. et Fortier, R. (2020). Tendances en matière de déconstruction au Québec. Voir vert - Le portail du bâtiment durable au Québec. <https://www.voirvert.ca/savoir/eco-solutions/matieres-residuelles/tendances-en-matiere-de-deconstruction-au-quebec>
- Genium360. (2017). Quels sont les rôles d’un ingénieur-conseil dans la gestion d’un projet? Genium360. <https://blogue.genium360.ca/article/professionnel/ingenieur-conseil-gestion-de-projet/>
- Gobin, C. (2018). Successful Building Using Ecodesign. CRC Press LLC. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/usherbrookemgh-ebooks/detail.action?docID=5548539>
- Göswein, V., Rodrigues, C., Silvestre, J. D., Freire, F., Habert, G. et König, J. (2020). Using anticipatory life cycle assessment to enable future sustainable construction. *Journal of Industrial Ecology*, 24(1), 178-192. 10.1111/jiec.12916
- Gouvernement du Canada. (2020a). Portrait sectoriel du Québec 2018-2020 : Construction - Guichet-Emplois. https://www.guichetemplois.gc.ca/content_pieces-eng.do?cid=11247
- Gouvernement du Canada. (2020b). Productivity-Canadian Industry Statistics. Gouvernement du Canada. https://www.ic.gc.ca/app/scr/app/cis/productivity-productivite/23;jsessionid=0001HQ_3gM02kEAZ-AgDxuvCfHE:-C7AEJO
- Gouvernement du Québec. (2019). Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2017 et leur évolution depuis 1990 (p. 44).
- Gouvernement du Québec. (2020a). Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2018 et leur évolution depuis 1990. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/>
- Gouvernement du Québec. (2020b). Plan pour une économie verte. <https://www.quebec.ca/gouv/politiques-orientations/plan-economie-verte/>

- Gouvernement du Québec. (2020c). Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles. <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/q-2,%20r.%2019>
- Gouvernement du Québec. (2020d) Règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles. <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/q-2,%20r.%2043>
- Gouvernement du Québec. (s. d.). Ministères et organismes. <https://www.quebec.ca/ministeres-et-organismes/>
- Government of Scotland. (2016). Making Things Last: a circular economy strategy for Scotland. Scottish Government. <https://www.gov.scot/publications/making-things-last-circular-economy-strategy-scotland/pages/4/>
- GRIDD. (s. d.). Mission du GRIDD. GRIDD. <http://gridd.etsmtl.ca/fr/gridd>
- Haned, N. (s. d.). Profitability of Ecodesign: An Economic Analysis, 35.
- Hébert, C. (2017). La règle du plus bas soumissionnaire persiste. Les Affaires. <https://www.lesaffaires.com/dossier/l-ete-des-grands-chantiers/la-regle-du-plus-bas-soumissionnaire-persiste/595514>
- Honic, M., Kovacic, I. et Rechberger, H. (2019). Improving the recycling potential of buildings through Material Passports (MP): An Austrian case study. *Journal of Cleaner Production*, 217, 787-797.
- Hugues, D., Ekins, P. et Kochhar, A. (2020). Session Notes for Parallel Session #4: Driving a Circular Economic Transition - Policy and Innovation Approaches.
- ICE Software. (2017). Ask an Expert July 2017 - BIM, IFC and ICE. <https://www.youtube.com/watch?v=0BLhyaNneRA>
- IEDDEC. (2018). Institut EDDEC Économie circulaire - Institut EDDEC. <http://instituteddec.org/themes/economie-circulaire/>
- IEDDEC. (s. d.-a). économie collaborative et de fonctionnalité. Institut EDDEC. <http://instituteddec.org/themes/laboratoire-deconomie-collaborative-et-de-fonctionnalite-01/>
- IEDDEC. (s. d.-b). L'Institut. Institut EDDEC. <http://instituteddec.org/institut/>
- Institut de la Statistique du Québec. (2018). Dépenses en construction résidentielle, ensemble du Québec, 2015-2018. https://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/investissements/ipp_resid_qc.htm
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A. et Hekkert, M. (2018). Barriers to the Circular Economy : Evidence From the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150.

- Lacy, P. et Rutqvist, J. (2015). Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage. Palgrave Macmillan Limited. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/usherbrookemgh-ebooks/detail.action?docID=4008839>
- Laferrière, M. (2018). Aller volontairement vers la circularité. Genium360. <https://blogue.genium360.ca/article/formation/aller-volontairement-vers-la-circularite/>
- Lavery Avocats. (2017). Appels d'offres publics : peut-on s'affranchir de la règle du plus bas soumissionnaire ? Lavery. <https://www.lavery.ca/fr/publications/nos-publications/3055-appels-doffres-publics-peut-on-saffranchir-de-la-regle-du-plus-bas-soumissionnaire-.html>
- Leising, E., Quist, J. et Bocken, N. (2018). Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool. Journal of Cleaner Production, 176, 976-989.
- LIRIDE. (s. d.). LIRIDE | Analyse du cycle de vie | Économie circulaire. LIRIDE. <https://www.liride.info>
- Lord, S. (2019). Une grappe pour rallier le secteur de la construction. Les Affaires. <https://www.lesaffaires.com/dossier/les-grands-de-la-construction/une-grappe-pour-rallier-le-secteur-de-la-construction/608970>
- Lufa Farms. (s. d.). About Lufa Farms. <https://montreal.lufa.com>. <https://montreal.lufa.com/en/about>
- LWARB. (2017). London's circular economy route map. <https://www.lwarb.gov.uk/what-we-do/circular-london/circular-economy-route-map/>
- Makov, T. et Font Vivanco, D. (2018). Does the Circular Economy Grow the Pie? The Case of Rebound Effects From Smartphone Reuse. Frontiers in Energy Research, 6. 10.3389/fenrg.2018.00039
- Marchuk, Y. (2019). Circular Economy in the Construction Sector - the Norwegian case. IDN - International Development Norway. <https://id-norway.com/circular-economy-in-the-construction-sector-the-norwegian-case/>
- Material Economics. (2018). The Circular Economy - a Powerful Force for Climate Mitigation. <https://materialeconomics.com/publications/the-circular-economy-a-powerful-force-for-climate-mitigation-1>
- McKinsey & Company. (2016). Imagining construction's digital future. <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/imagining-constructions-digital-future>
- McKinsey & Company. (s. d.-a). Decoding digital transformation in construction. <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/decoding-digital-transformation-in-construction>

- McKinsey & Company. (s. d.-b). The circular economy: Moving from theory to practice. <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/the-circular-economy-moving-from-theory-to-practice>
- McKinsey & Company. (s. d.-c). The leadership challenge: Building the future of global infrastructure. <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/the-leadership-challenge-building-the-future-of-global-infrastructure>
- MDDELCC. (2014). Gestion des résidus du secteur de la construction, de la rénovation et de la démolition (CRD). <http://www.environnement.gouv.qc.ca/matieres/FicheInformationCRD.pdf>
- Messier, F. (2019). Les libéraux promettent un Canada carboneutre d'ici 2050. Radio-Canada.ca. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1314467/plc-objectifs-emissions-gaz-effet-serre-ges-rechauffement-climatique>
- Millette, J. (2010). Réemploi des résidus de construction, de rénovation et de démolition au Québec. Université de Sherbrooke.
- Ministère de la Transition écologique. (s. d.). La loi anti-gaspillage pour une économie circulaire : les mesures phares. <https://www.ecologique-solaire.gouv.fr/loi-anti-gaspillage>
- Ministry of Environment and Spatial Planning, Republic of Slovenia. (2018). Roadmap towards the Circular Economy in Slovenia. <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/strategies/roadmap-towards-circular-economy-slovenia>
- Ministry of Infrastructure and the Environment and the Ministry of Infrastructure of the Netherlands. (2016). A Circular Economy in the Netherlands by 2050 ([Beleidsnota]). <https://www.government.nl/documents/policy-notes/2016/09/14/a-circular-economy-in-the-netherlands-by-2050>
- Nussholz, J. L. K. (2018). A circular business model mapping tool for creating value from prolonged product lifetime and closed material loops. *Journal of cleaner production*, 197(P1), 185-194.
- Nussholz, J. L. K., Rasmussen, F. N., Whalen, K. et Plepys, A. (2020). Material reuse in buildings: Implications of a circular business model for sustainable value creation. *Journal of Cleaner Production*, 245. 10.1016/j.jclepro.2019.118546
- Nussholz, J. et Milios, L. (2017). Applying circular economy principles to building materials: Front-running companies' business model innovation in the value chain for buildings.
- OAQ. (s. d.-a). Code de déontologie. Ordre des architectes du Québec. <https://www.oaq.com/devoirs-de-larchitecte/reglementation/code-de-deontologie/>

- OAQ. (s. d.-b). Les Services d'un Architecte. Ordre des architectes du Québec.
<https://www.oaq.com/services-de-larchitecte/pourquoi-un-architecte/>
- Office québécois de la langue française. (2020, 12 juin). Vocabulaire du développement durable.
https://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/terminologie_deve_durable/fiches/index.html
- OIQ. (2011, mai). Le cycle de vie d'un projet.
http://gpp.oiq.qc.ca/le_cycle_de_vie_d_un_projet.htm
- OIQ. (2018, 24 octobre). Guide de pratique professionnelle.
<https://www.oiq.qc.ca/fr/jeSuis/membre/pratiqueProfessionnelle/pratiqueProfessionnelle/Pages/default.aspx>
- Olivier, M. (2016). Matières résiduelles et 3rv-e : Bâtir l'économie circulaire (Lab Éditions).
- ONU. (s. d.). Sustainable Development Goals .. Sustainable Development Knowledge Platform.
<https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300>
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2020). Systèmes de management environnemental — Lignes directrices pour intégrer l'éco-conception. Norme internationale ISO 140006. Genève, Suisse. ISO.
<https://www.iso.org/cms/render/live/fr/sites/isoorg/contents/data/standard/07/26/72644.html>
- Paradigme Affaires Publiques. (2019). Chantiers de réflexion Vers la création d'une grappe dans le secteur de la construction.
- Past Earth Overshoot Days. (2020). Earth Overshoot Day.
<https://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/>
- Pelletier, F. (2020, 29 janvier). À quoi sert Recyc-Québec? | Le Devoir.
<https://www.ledevoir.com/opinion/chroniques/571739/a-quoi-sert-recyc-quebec>
- Perreault, F. (2017, décembre 14:17). L'économie circulaire: un nouvel enjeu pour les ingénieurs. Genium360. <https://blogue.genium360.ca/article/innovation/leconomie-circulaire-un-nouvel-enjeu-pour-les-ingenieurs/>
- Polytechnique Montréal. (2015, 28 avril). Programme en économie circulaire. Département de mathématiques et de génie industriel. <https://www.polymtl.ca/magi/programmes-detudes/etudes-superieures/programme-en-economie-circulaire>
- Pott, B. (2015). Economie circulaire : et où se situe le Québec? Novae. <https://novae.ca/le-deploiementitue-le-quebec/>

- Provost, A.-M. (2019). Un nouveau code du bâtiment pour un nouveau climat. Le Devoir. <https://www.ledevoir.com/societe/transports-urbanisme/560459/construction-un-nouveau-code-pour-un-nouveau-climat>
- Québec Circulaire. (2018). Économie circulaire au Québec : opportunités et impacts économiques. quebeccirculaire.org. <https://www.quebeccirculaire.org/articles/h/economie-circulaire-au-quebec-opportunités-et-impacts-economiques.html>
- Québec Circulaire. (s. d.-a). Concept et définition. Québec Circulaire. <https://www.quebeccirculaire.org/static/concept-et-definition.html>
- Québec Circulaire. (s. d.-b). la plateforme - Quebeccirculaire.org, la plateforme qui rassemble les acteurs de l'économie circulaire au Québec. quebeccirculaire.org. <https://www.quebeccirculaire.org/static/la-plateforme-quebeccirculaire.html>
- Québec Circulaire. (s. d.-c). Stratégies de circularité. quebeccirculaire.org. <https://www.quebeccirculaire.org/static/strategies-de-circularite.html>
- RECYC-QUÉBEC. (2015, 22 septembre). Comprendre la responsabilité élargie des producteurs. RECYC-QUÉBEC. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/entreprises-organismes/mieux-gerer/responsabilite-elargie-producteurs>
- RECYC-QUÉBEC. (2016, 11 février). Appel de propositions sur l'écogestion de chantiers de construction, de rénovation et de démolition. RECYC-QUÉBEC. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/entreprises-organismes/mieux-gerer/appels-propositions/appels-propositions-reduction-a-la-source/crd>
- RECYC-QUÉBEC. (2018). L'économie circulaire, une priorité. RECYC-QUÉBEC. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/entreprises-organismes/mieux-gerer/economie-circulaire>
- RECYC-QUÉBEC. (2020). Résidus de construction, de rénovation et de démolition (CRD).
- RECYC-QUÉBEC. (s. d.). Lexique. RECYC-QUÉBEC. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/haut-de-page/lexique>
- Ressources naturelles Canada. (2011). Recommissioning. Ressources naturelles Canada. <https://www.rncan.gc.ca/efficacite-energetique/donnees-recherche-connaissance-s/innovation-des-batiments/optimisation-des-batiments/recommissioning/3794>
- Rizos, V., Behrens, A., Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T., Flamos, A., RINALDI, R., Papadelis, S., Hirschnitz-Garbers, M. et Topi, C. (2016). Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. Sustainability, 8, 1212. 10.3390/su8111212
- Rizos, V., Tuokko, K. et Behrens, A. (2017). The Circular Economy: A review of definitions, processes and impacts.

- Sauvé, S., Normandin, D. et McDonald, M. (2016). L'économie circulaire, une transition incontournable. Les Presses de l'Université de Montréal.
https://pum.umontreal.ca/fichiers/livres_fichiers/9782760636767.pdf
- Smart Prosperity Institute et University of Ottawa. (2020). Session Notes for Parallel Session #4: Driving a Circular Economic Transition - Policy and Innovation Approaches.
- Soleno. (s. d.). Soleno Recyclage recycle et conditionne le PEHD - Un geste durable. Soleno Recyclage. <https://solenorecyclage.com/>
- Stephan, A. et Athanassiadis, A. (2017). Quantifying and mapping embodied environmental requirements of urban building stocks. *Building and Environment*, 114, 187-202.
 10.1016/j.buildenv.2016.11.043
- Stephan, A. et Athanassiadis, A. (2018). Towards a more circular construction sector: Estimating and spatialising current and future non-structural material replacement flows to maintain urban building stocks. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 248-262.
 10.1016/j.resconrec.2017.09.022
- Stopwaste. (2018). Topic brief- Circular Economy. <https://stopwaste.org/resource/circular-economy-june-2018>
- Stopwaste et Arup. (2018). Circular Economy in the Built Environment: Opportunities for Local Government Leadership. Stopwaste. <https://www.stopwaste.org/resource/circular-economy-built-environment-opportunities-local-government-leadership>
- Synergie Outaouais. (s. d.). L'économie circulaire- Recueil de pratique en Outaouais.
- Tamaehu-Plovier, L. (2020). Le CERIEC prend la relève de l'Institut EDDEC. quebeccirculaire.org.
<https://www.quebeccirculaire.org/articles/h/le-ceriec-prend-la-releve-de-l-institut-eddec.html>
- Thelen, D., Thomaes, T., Van Brunschot, C., Kubbinga, B., Van Acoleyen, M. et Edgerton, B. (2018). Scaling the Circular Built Environment: pathways for business and government. WBSCD. <https://www.wbcd.org/6dqd>
- UK Green Building Council. (2019). Circular economy guidance for construction clients: How to practically apply circular economy principles at the project brief stage.
<https://www.ukgbc.org/ukgbc-work/circular-economy-guidance-for-construction-clients-how-to-practically-apply-circular-economy-principles-at-the-project-brief-stage/>
- UN Environment. (2017). Global Status Report 2017- Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector (p. 48).
- Union Européenne. (s. d.). Circular Economy- EASME.
<https://ec.europa.eu/easme/en/tags/environment-and-resources>

- voirvert.ca. (2014). L'écoconception : une solution profitable. Voir vert - Le portail du bâtiment durable au Québec. <https://www.voirvert.ca/nouvelles/actualites/ecoconception-solution-profitable>
- voirvert.ca. (s. d.). Déclaration environnementale de produit (DEP). Voir vert - Le portail du bâtiment durable au Québec. <https://www.voirvert.ca/communaute/wiki/declaration-environnementale-produit-dep>
- wbcscd. (2017). CEO Guide to the Circular Economy. <https://www.wbcscd.org/dr9ga>
- Weber, B. (2020). Le code du bâtiment à l'aube de la crise climatique. La Presse. <https://www.lapresse.ca/maison/2020-01-03/le-code-du-batiment-a-l-aube-de-la-crise-climatique>
- WGBC. (s. d.). The benefits of green buildings. World Green Building Council. <https://www.worldgbc.org/benefits-green-buildings>
- Winans, K., Kendall, A. et Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 825-833. 10.1016/j.rser.2016.09.123
- World Green Building Council. (2019). Bringing Embodied Carbon Upfront: Coordinated action for the building and construction sector to tackle embodied carbon. <https://www.worldgbc.org/news-media/bringing-embodied-carbon-upfront>
- Zink, T. et Geyer, R. (2017). Circular Economy Rebound. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 593-602. 10.1111/jiec.12545

BIBLIOGRAPHIE

- Adam Corneil. (2019). Zero Waste Conference 2019 BUSINESS TRANSFORMATION.
<https://vimeo.com/371774776>
- Allimann, M. (2019). L'écoconception, l'avenir de nos produits et emballages. Novae.
<https://novae.ca/2019/02/ecoconception-avenir-de-nos-produits-et-emballages/>
- Arora, M., Raspall, F., Cheah, L. et Silva, A. (2019). Residential building material stocks and component-level circularity: The case of Singapore. *Journal of Cleaner Production*, 216, 239-248.
- C40 et EIT Climate-KIC. (2019). Municipality-led circular economy case studies. Climate-KIC.
<https://www.climate-kic.org/in-detail/municipality-circular-economy-case-studies/>
- Caillou, A. (2018). La règle du plus bas soumissionnaire inquiète les architectes et ingénieurs. Le Devoir. <https://www.ledevoir.com/politique/quebec/534311/la-regle-du-plus-bas-soumissionnaire-inquietent-les-architectes-et-ingenieurs>
- Cairns, S. et Odgen, M. (2018). Getting to a Circular Economy: A primer for Canadian policymakers. Smart Prosperity Institute.
<https://institute.smartprosperity.ca/library/publications/getting-circular-economy-primer-canadian-policymakers>
- Chouinard, T. et Léveillé, J.-T. (2020). Recyclage: Québec passe la balle au privé. La Presse.
<https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/2020-02-10/recyclage-quebec-passe-la-balle-au-prive>
- Condeixa, K., Haddad, A. et Boer, D. (2017). Material flow analysis of the residential building stock at the city of Rio de Janeiro. *Journal of Cleaner Production*, 149, 1249-1267.
- CREDDO. (s. d.). Recueil des bonnes pratiques économie circulaire. CREDDO.
<http://www.creddo.ca/recueil-bonnes-pratiques-economie-circulaire>
- Garon, J. et Fortier, R. (2020). Tendances en matière de déconstruction au Québec. Voir vert - Le portail du bâtiment durable au Québec. <https://www.voirvert.ca/savoir/eco-solutions/matieres-residuelles/tendances-en-matiere-de-deconstruction-au-quebec>
- Mastrucci, A., Marvuglia, A., Popovici, E., Leopold, U. et Benetto, E. (2017). Geospatial characterization of building material stocks for the life cycle assessment of end-of-life scenarios at the urban scale. *Resources, Conservation & Recycling*, 123, 54-66.
- Miatto, A., Schandl, H., Forlin, L., Ronzani, F., Borin, P., Giordano, A. et Tanikawa, H. (2019). A spatial analysis of material stock accumulation and demolition waste potential of buildings: A case study of Padua. *Resources, Conservation & Recycling*, 142, 245-256.

- Schiller, G., Müller, F. et Ortlepp, R. (2017). Mapping the anthropogenic stock in Germany: Metabolic evidence for a circular economy. *Resources, Conservation & Recycling*, 123, 93-107.
- Wcycle Institute Maribor. (2018). Strategy for the transition to circular economy in the municipality of Maribor. https://wcycle.com/wp-content/uploads/2018/10/STRATEGY-WCYCLE_final.pdf
- Whitmore, J. et Pineau, P.-O. (2020). État de l'énergie au Québec 2020. HEC Montréal, préparé pour Transition énergétique Québec.
- Williams, J. (2019). Circular cities. *Urban Studies*, 56(13), 2746-2762.
10.1177/0042098018806133