

Circularité en construction au Québec

CIRCULARITÉ EN CONSTRUCTION AU QUÉBEC

Les apprentissages des 19 projets du Lab construction du CERIEC

CENTRE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES INTERSECTORIELLES EN ÉCONOMIE CIRCULAIRE

CARLO CARBONE; JEAN-CLAUDE CARRET; CHARLOTTE DAUTREMONT; BECHARA HELAL; ANNIE LEVASSEUR; HORTENSE MONToux; ERIK POIRIER; ALICE RABISSE; ET MARIANNE TOLLEMER

Service de la bibliothèque de l'École de technologie supérieure
Montréal, Québec

Le contenu de cette publication a été développé collectivement dans le cadre des activités du Lab construction du Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire, basé à l'École de technologie supérieure. Elle a été rédigée et éditée par l'équipe du CERIEC.

CONTENTS

Remerciements	xi
Introduction	1

I. Mise en contexte

1.1 Économie circulaire 101	5
1.2 Les impacts du secteur de la construction	7
1.3 L'économie circulaire appliquée au secteur de la construction	9

II. Description du Lab construction

2.1 L'ÉTS et le CERIEC — leaders de la recherche en économie circulaire	15
2.2 Le dispositif de recherche : vision, freins, solutions, projets	19
2.2.1 Périmètre et dispositif global	19
2.2.2 Une vision d'un secteur de la construction plus circulaire	21
2.2.3 Les freins à la circularité du secteur de la construction	21
2.2.4 Les solutions pour tenter de lever ces freins	24
2.2.5 Les projets d'expérimentation développés	24
2.3 Descriptions des parties prenantes	26
2.4 Les bénéfices de l'approche : évaluation des retombées	28

III. Études de cas et démonstrations

3.1 Repenser	33
3.1.1 Outils pour les donneurs d'ouvrage	33
3.1.2 Bâtiments adaptables et démontables	35
3.1.3 Circularité et analyse de cycle de vie	37
3.1.4 Traçabilité des matériaux	39
3.1.5 Construction modulaire et circulaire	41
3.2 Intensifier l'usage des équipements et des bâtiments	43
3.2.1 Bénéfices de l'économie de fonctionnalité	43
3.3 Prolonger la durée de vie des bâtiments et des matériaux	46
3.3.1 Réemploi des matériaux issus de la déconstruction	46
3.3.2 Logistique interne d'un centre de réemploi	48
3.3.3 Processus municipaux pour prolonger la durée de vie des bâtiments	51
3.3.4 Rénovation circulaire d'un duplex	54
3.3.5 Règlementation de la gestion des résidus de construction, rénovation et démolition	56
3.4 Donner une nouvelle vie aux matières	59
3.4.1 Tri à la source sur chantier (Écotri)	59
3.4.2 Démantèlement des portes et fenêtres en vue du recyclage	61
3.4.3 Rénovation de bâtiments administratifs et valorisation des matériaux	63
3.4.4 Valorisation des bardeaux d'asphalte post-consommation (BAPC)	65
3.4.5 Intégration des granulats bitumineux recyclés (GBR) dans les travaux routiers	67
3.5 Projets transversaux	71
3.5.1 Métabolisme urbain du secteur de la construction de Montréal	71
3.5.2 Pouvoirs municipaux et circularité	73
3.5.3 Économie circulaire à l'échelle d'un quartier	76

IV. Leviers à activer pour faciliter la transition vers plus de circularité

4.1 Gérer les temporalités	83
4.2 Identifier et renforcer des modèles d'affaires circulaires	85
4.3 Optimiser les débouchés pour les matières : développer la logistique du réemploi et les filières de recyclage	88
4.4 Structurer, harmoniser et rendre disponible la donnée tout au long du cycle de vie	90
4.5 Mieux définir et diffuser les concepts	93
4.6 Quantifier et évaluer les impacts	95
4.7 Développer une approche systémique sur l'ensemble de la chaîne de valeur	98
4.7.1 Évaluer les coûts réels	98
4.7.2 Approche pour des chaînes d'approvisionnement circulaire	98
4.7.3 Écoconception, durabilité et recyclage : une action conciliée	99

V. Recommandations pour soutenir le secteur vers plus de circularité

5.1 Renforcer les processus d'approvisionnement circulaires	103
5.1.1 Intégrer des critères de circularité dans les projets publics	103
5.1.2 Promouvoir les clauses de performance dans les appels d'offres	103
5.1.3 Former les donneurs d'ouvrage et les concepteurs à l'approvisionnement circulaire	104
5.2 Inciter à la rénovation et à la conception circulaire des bâtiments	105
5.2.1. Soutenir financièrement les rénovations circulaires	105
5.2.2. Généraliser le recours à la conception pour l'adaptabilité et la démontabilité	105
5.2.3. Soutenir une construction modulaire qui tient compte de la circularité	106
5.2.4. Développer des cultures patrimoniales locales	106

5.3 Déployer des outils numériques et de quantification pour soutenir la transition	107
5.3.1 Opérationnaliser un cadre de traçabilité des matériaux	107
5.3.2 Développer des bases de données robustes	108
5.3.3 Quantifier les bénéfices environnementaux de la circularité	108
5.3.4 Systématiser l'ACV circulaire	108
5.3.5 Officialiser des objectifs de réduction du carbone intrinsèque	109
5.4 Soutenir la déconstruction et le réemploi des matériaux	110
5.4.1 Mobiliser les donneurs d'ouvrage sur la déconstruction	110
5.4.2 Faciliter la mise en œuvre de la déconstruction sur le terrain grâce aux bons outils	110
5.5 Inciter au développement de filières de valorisation des matériaux	112
5.5.1 Augmenter les coûts d'enfouissement	112
5.5.2 Proposer des subventions et des incitatifs fiscaux et financiers	112
5.6 Exploiter et améliorer le cadre réglementaire	113
5.6.1 Optimiser l'opérationnalisation du régime d'autorisation du MELCCFP, avec une priorité à la circularité	113
5.6.2 Envisager des évolutions réglementaires provinciales	113
5.6.3 Intégrer la circularité au cœur des politiques municipales en lien avec le bâtiment	114
5.7 Encourager la collaboration et la transversalité au sein de la chaîne de valeur	115
Complément : Regards croisés sur les approches de recherche en économie circulaire et construction	117
Différentes approches pour surmonter les obstacles à la circularité	117
Des collaborations interdisciplinaires comme leviers pour la recherche d'impacts	118
Une confrontation entre les intérêts détaillés de la recherche et la réalité complexe d'un secteur en transition	119
Des temporalités divergentes	120
La diversité inhérente à la cocréation : source de complexité... et de richesse	120
Les différents niveaux d'intervention pour la transition vers la circularité : matériaux, bâtiments, territoires	121

Annexes	123
<i>Annexe 1 – Liste des chercheurs ayant participé aux ateliers de cocréation de la publication</i>	123
<i>Annexe 2 – Liste des figures</i>	124
<i>Annexe 3 – Liste des références</i>	125
Glossaire des termes utilisés	127

REMERCIEMENTS

L'équipe du Lab construction tient à exprimer ses remerciements à :

- **Le Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie du Québec** et **Desjardins**, dont les contributions financières ont rendu possibles les trois années d'activité du Lab construction ainsi que le financement de 19 projets de recherche.
- **Les porteurs de projet ainsi que toutes les personnes et organisations** ayant pris part aux ateliers de cocréation du Lab, dont l'intelligence collective a été essentielle à la concrétisation des projets.
- **Les membres du comité éditorial** – Carlo Carbone, Jean-Claude Carret, Bechara Helal, Annie Levasseur, Erik Poirier, Marianne Tollemmer et Thomas Jonard (jusqu'en décembre 2023) – pour leur engagement et leur précieuse contribution à cette publication.
- **Charlotte Dautremont et Virginie Duceppe-Lammare**, pour leur travail méticuleux de rédaction et de révision.
- **Mathias Glaus, Carlo Carbone et Bechara Helal**, dont les réflexions sur la recherche ont nourri la rédaction du chapitre [*Complément : Regards croisés sur les approches de recherche en économie circulaire et construction*](#).
- **L'équipe de la bibliothèque de l'ÉTS**, et en particulier Vanessa Ayotte, pour leur appui dans l'intégration du livre à la plateforme Pressbooks.
- **L'équipe du CERIEC**, pour son accompagnement et son soutien indéfectible tout au long de ce projet d'envergure.

Merci à toutes et à tous pour votre engagement et votre contribution à cette aventure collective.

Hortense Montoux et Alice Rabisse

La présente publication est issue du Lab construction, un dispositif de recherche et d'expérimentation pour accélérer la transition vers l'économie circulaire dans le secteur de la construction. Le Lab construction est porté par le [Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire](#) basé à l'École de technologie supérieure à Montréal (QC, Canada).

Elle s'intègre à la stratégie de transfert de connaissances du Lab construction, lequel est décrit au [Chapitre II](#). Cette stratégie de transfert de connaissances a été développée en **cocréation** avec les publics cibles : les **donneurs d'ouvrage**, les décideurs, les entrepreneurs généraux et spécialisés, fonctionnaires et élus municipaux, les ingénieurs et architectes, la communauté scientifique et le monde académique, les entreprises du réemploi et de la gestion des **CRD**. Elle est basée sur trois piliers majeurs (voir [Figure 1](#)), soit :

1. la présente publication,
2. une plateforme web de transfert de connaissances¹, et
3. une série de 8 webinaires².



Figure 1 : Stratégie de transfert de connaissances du Lab construction

1. [Plateforme Construction Circulaire](#)

2. [Les enregistrements de la série de 8 webinaires](#)

La **cocréation** étant au centre du processus de recherche du Lab construction, la trame et les contenus de la présente publication ont été travaillés en collaboration avec les chercheurs et étudiants qui ont participé aux 19 projets au cours de plusieurs activités:

- Un atelier de cocréation en février 2023 dont l'objectif était de comprendre les objectifs de d'un « ouvrage » collectif de diffusion des résultats du Lab et d'amorcer le développement une trame de travail préliminaire pour cette publication.
- Une série de trois atelier de cocréation en octobre et novembre 2023, dont l'objectif était de développer le contenu de la publication, d'identifier les leviers pour la circularité en construction identifiés au cours des projets et de faire ressortir la cohérence systémique des résultats des projets.

La liste des participants aux ateliers est disponible en [Annexe 1 – Liste des chercheurs ayant participé aux ateliers de cocréation de la publication](#).

À cela s'ajoute un comité éditorial composé de 5 chercheurs et deux étudiants (pour l'orientation de la publication, le suivi des travaux de rédaction et effectuer des relectures). À noter que la rédaction est le fruit du travail de l'équipe du Lab construction, Hortense Montoux et Alice Rabisse, et de deux rédactrices externes, Charlotte Dautremont et Virginie Duceppe.

Lire la suite : [I. Mise en contexte](#)

I. MISE EN CONTEXTE

Ce premier chapitre présente des éléments de mise en contexte pour comprendre les enjeux principaux de la circularité du secteur de la construction.

1.1 Économie circulaire 101

1.2 Les impacts du secteur de la construction

1.3 L'économie circulaire appliquée au secteur de la construction

1.1 ÉCONOMIE CIRCULAIRE 101

L'**économie circulaire** est un nouveau modèle économique qui vise à découpler la croissance économique de l'épuisement des ressources naturelles et des impacts sur l'environnement par 2 principaux mécanismes :

1. **Repenser** nos modes de production-consommation pour consommer moins de ressources et protéger les écosystèmes qui les génèrent.
2. **Optimiser** l'utilisation des ressources qui circulent déjà dans nos sociétés¹.

Dans le secteur de la construction, l'économie circulaire propose donc des **stratégies** pour réduire et optimiser l'utilisation des matériaux de construction et des équipements des bâtiments, tout en réduisant l'impact environnemental du secteur.

De manière plus précise, le Pôle de concertation québécois sur l'économie circulaire définit l'économie circulaire comme :

« 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. »².

L'économie circulaire va donc bien au-delà des stratégies de recyclage. Il s'agit d'un cadre cohérent et structurant qui rassemble un ensemble de stratégies qui contribuent toutes à un même objectif : répondre aux besoins de la société tout en préservant les ressources. D'ailleurs, ce modèle économique propose douze stratégies qui ont l'avantage d'avoir une flexibilité quant à leur application. En effet, les organisations et territoires peuvent sélectionner les stratégies qui leur conviennent et les adapter en fonction de leur contexte d'application et du type de ressources qu'ils utilisent. De façon générale, on privilégie d'abord les stratégies qui visent à réduire la quantité de **ressources vierges** consommées. Ensuite, les organisations et territoires peuvent se tourner vers les stratégies dont l'objectif est l'optimisation des ressources soit en intensifiant l'usage des produits ou en visant

1. **Québec Circulaire**. (n.d.). Accueil. <https://www.quebeccirculaire.org/>

2. Pôle québécois de concertation sur l'économie circulaire

à allonger la durée de vie des produits, tout en continuant à privilégier les « **boucles courtes** ». En dernier recours, il y a les stratégies qui donnent une nouvelle vie aux ressources. Ces différentes stratégies sont illustrées dans la [figure 2](#)³ ci-dessous.

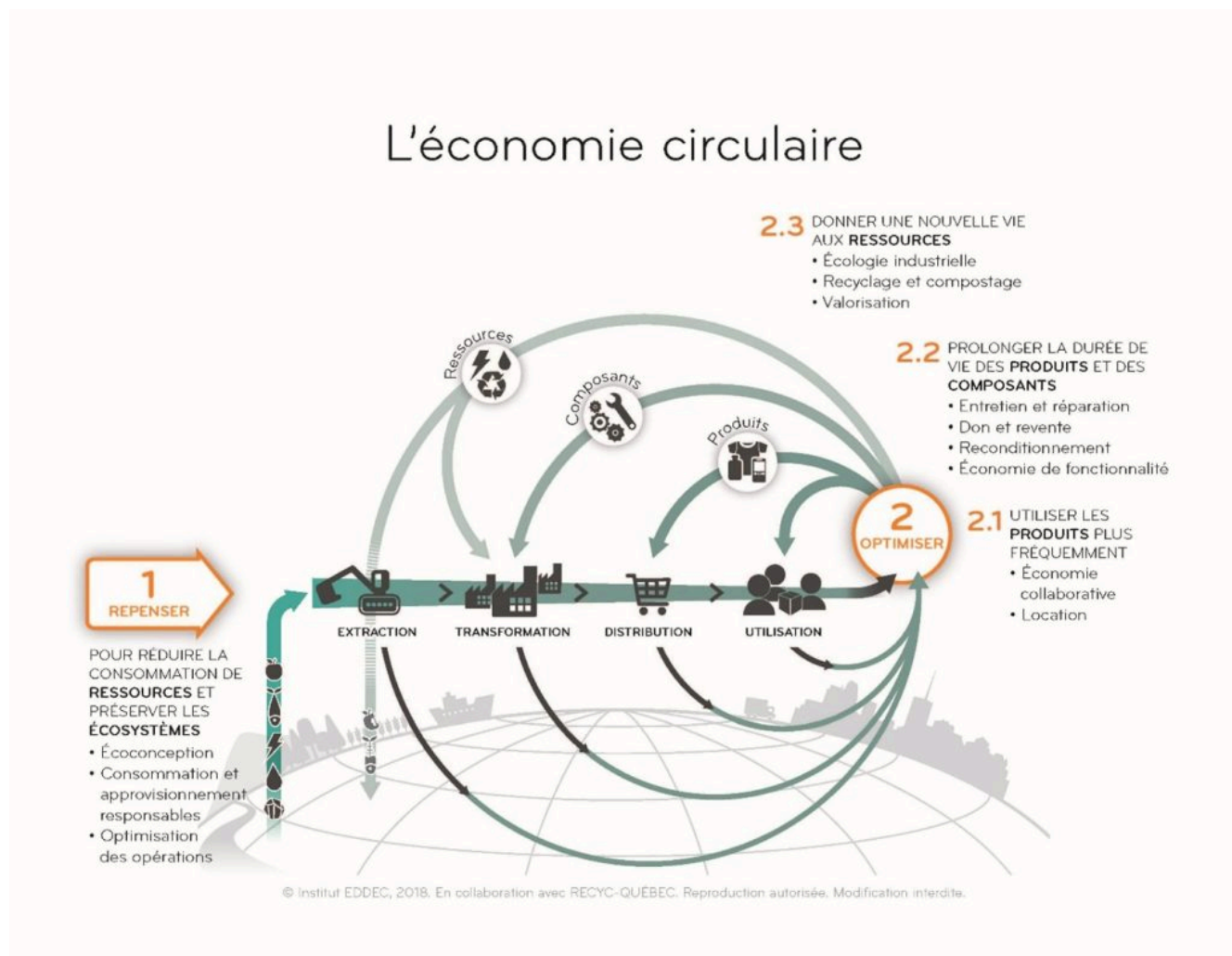


Figure 2 : Schéma de l'économie circulaire

Lire la suite : [1.2 Les impacts du secteur de la construction](#)

1.2 LES IMPACTS DU SECTEUR DE LA CONSTRUCTION

Se loger fait partie des besoins de base des êtres humains, ce qui rend le secteur de la construction essentiel. À cela s'ajoute le fait que c'est un secteur important pour l'économie du Québec, avec une part de 6,9 % du **produit intérieur brut** (PIB) et 281 400 travailleurs impliqué¹. Dans ce contexte, il est donc crucial de pouvoir contrôler l'ampleur des impacts environnementaux associés au secteur de la construction. Ces impacts environnementaux contribuent à l'aggravation des changements climatiques et de la perte de biodiversité. Il est donc d'autant plus important de s'y attarder afin de les limiter en optimisant l'utilisation des ressources qui sont nécessaires au secteur de la construction. Ce dernier point doit d'ailleurs être au cœur des considérations des décideurs du fait que le développement de nouveaux bâtiments et d'infrastructures est devenu un besoin grandissant à l'échelle mondiale en raison de la croissance démographique actuelle qui va jusqu'à 200 000 personnes par jour dans les milieux urbains². Selon un rapport des Nations-Unies, il est estimé que 230 milliards de pieds carrés de nouvelles constructions seront bâtis par l'industrie de la construction au cours des 40 prochaines années³.

Dans ce même ordre d'idées, à l'échelle mondiale, le secteur des bâtiments est responsable d'environ un tiers de la consommation de matériaux, de la consommation d'énergie et des émissions de carbone associées à ces activités, et de la production de déchets⁴. Au Canada, le secteur des bâtiments est responsable de 12 % des

-
1. **Gouvernement du Canada.** (n.d.). *Tendances du marché du travail – Secteur de la construction au Québec.* <https://www.guichetemplois.gc.ca/analyse-PIBtendances/rapports-marche-travail/quebec/construction>
 2. **Racine, I., Christofferson, C., & Sutt-Wiebe, N.** (2021). *Circular economy global sector best practices series.* Smart Prosperity Institute. https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/Construction_Best%20Practices.pdf et **Renz, A., et al.** (2016). *Shaping the future of construction: A breakthrough in mindset and technology.* World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report_.pdf
 3. **International Energy Agency & United Nations Environment Programme.** (2017). *Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector: Global status report 2017.* [https://web.archive.org/web/20200822034840/https://www.worldgbc.org/sites/default/files/UNEP%20188_GABC_en%20\(web\).pdf](https://web.archive.org/web/20200822034840/https://www.worldgbc.org/sites/default/files/UNEP%20188_GABC_en%20(web).pdf)
 4. **Racine, I., Christofferson, C., & Sutt-Wiebe, N.** (2021). *Circular economy global sector best practices series.* Smart Prosperity Institute. https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/Construction_Best%20Practices.pdf et **International Energy Agency & United Nations Environment Programme.** (2017). *Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector: Global status report 2017.* [https://web.archive.org/web/20200822034840/https://www.worldgbc.org/sites/default/files/UNEP%20188_GABC_en%20\(web\).pdf](https://web.archive.org/web/20200822034840/https://www.worldgbc.org/sites/default/files/UNEP%20188_GABC_en%20(web).pdf)

émissions nationales de gaz à effet de serre ⁵. De plus, il est estimé que 40 % des déchets urbains mondiaux proviennent des résidus de construction, rénovation et démolition (**CRD**) et que seulement 20 % à 30 % de ces déchets sont recyclés ou réutilisés en fin de vie.

Au Québec, le taux de recyclage des résidus de CRD générés en 2021 était d'environ 24 %⁶. Ces taux d'utilisation et de consommation des ressources sont élevés et se traduisent par un important **impact économique et écologique**.

Ils représentent néanmoins d'excellentes opportunités pour que le secteur de la construction puisse intégrer des pratiques d'économie circulaire pour réduire ses impacts environnementaux. Pour pouvoir saisir ce momentum, les filières clés de l'économie québécoises doivent se mobiliser vers un objectif commun, soit accroître la productivité et la circularité des ressources qu'elles utilisent. De cette manière, nous pouvons espérer un changement social notable : instaurer au Québec une transition réelle et tangible vers une économie circulaire.

Lire la suite : [1.3 L'économie circulaire appliquée au secteur de la construction](#)

5. Racine, I., Christofferson, C., & Sutt-Wiebe, N. (2021). *Circular economy global sector best practices series*. Smart Prosperity Institute. https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/Construction_Best%20Practices.pdf

6. RECYC-QUÉBEC. (2023). *Bilan 2021 de la gestion des matières résiduelles au Québec*. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2021-complet.pdf>

1.3 L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE APPLIQUÉE AU SECTEUR DE LA CONSTRUCTION

Les **stratégies** de circularité présentées au [paragraphe 1.1](#) peuvent ainsi s'appliquer aux différentes **étapes du cycle de vie** du bâtiment et au secteur de la construction. La [Figure 3](#) présente des exemples de stratégies, identifiées au début du Lab, pour illustrer le potentiel de circularité pour le secteur.

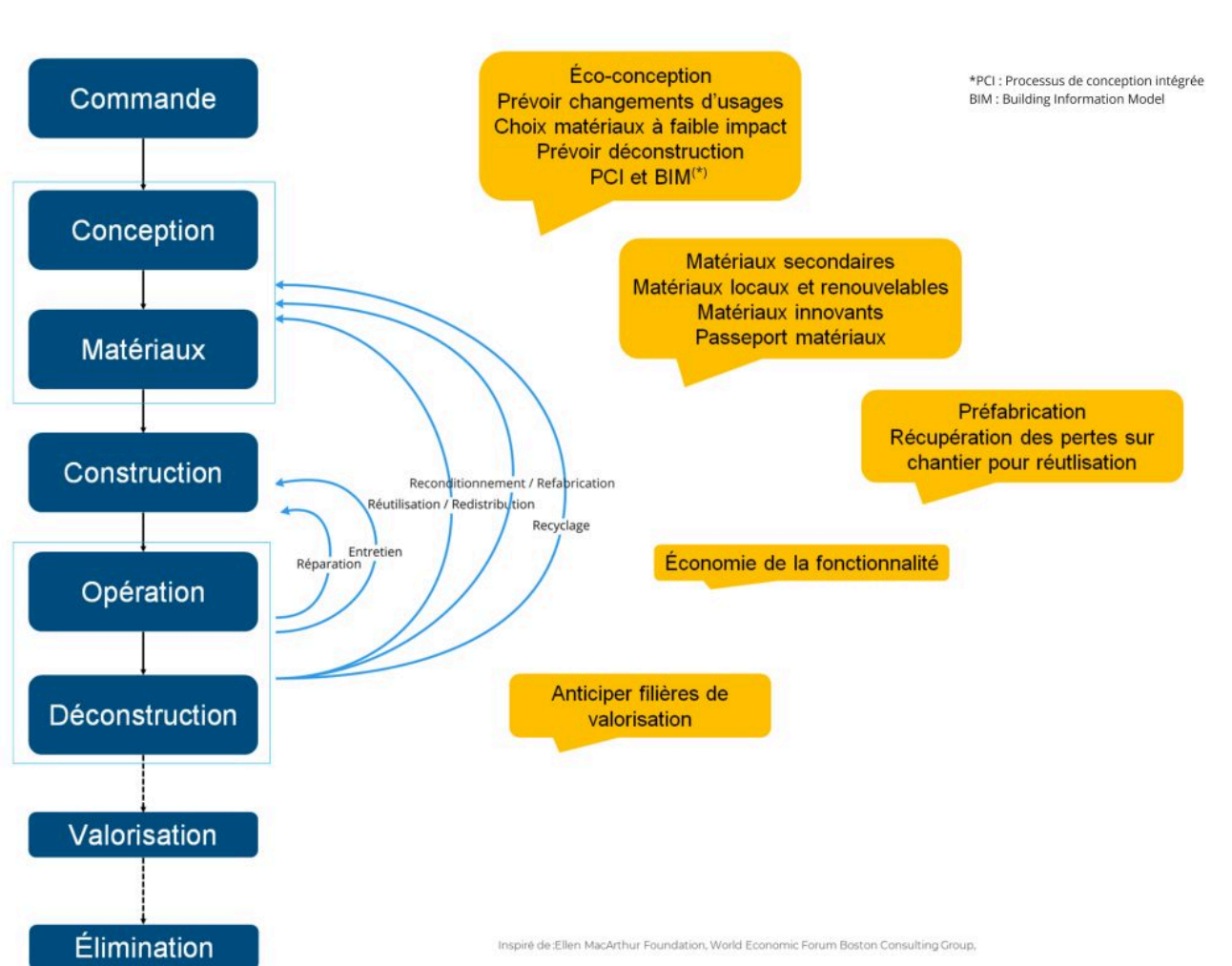


Figure 3 : Exemples de stratégies et d'actions pour appliquer l'économie circulaire au secteur de la construction — identification préliminaire

Au cours du Lab, et au fil du développement des projets, le libellé générique des familles de stratégies tel que

défini sur le schéma de l'économie circulaire ([Figure 2](#)) a été adapté au secteur de la construction. La liste des familles de stratégies d'économie circulaire retenue pour le secteur de la construction, dans le cadre des travaux du Lab, est donc la suivante :

- Repenser ;
- Intensifier l'usage des équipements et des bâtiments ;
- Prolonger la durée de vie du bâtiment et des matériaux ;
- Donner une nouvelle vie aux matières.

Ces familles de stratégies (et leur ordre) soulignent donc les grands principes à mettre en œuvre pour accélérer la transition du secteur vers l'économie circulaire. Il s'agit notamment de privilégier les stratégies qui se situent en amont, car elles ont ensuite des effets sur l'ensemble de la **chaîne de valeur** (y compris la fin de vie des bâtiments et des matériaux). De plus, il est important de mettre de l'avant la priorisation des **boucles courtes**, c'est-à-dire les stratégies qui peuvent être mises en œuvre localement (boucle courte géographique) et qui limitent le nombre d'opérations et de transformations (boucle courte opérationnelle).

Au sein de chaque famille, et conformément aux principes et au schéma de l'économie circulaire au Québec, les stratégies applicables au secteur de la construction sont les suivantes :

- Écoconception
- Approvisionnement responsable
- Économie de fonctionnalité
- Optimisation des opérations
- Économie collaborative
- Location d'équipement
- Reconditionnement
- Entretien et réparation
- Don et revente
- Écologie industrielle
- Recyclage et compostage
- Valorisation

Afin de mieux comprendre la manière dont chacune de ces stratégies d'économie circulaire peut s'appliquer au secteur de la construction, les paragraphes suivants les passent en revue.

En début de la chaîne de valeur et donc en amont du cycle de vie, se trouve la catégorie de stratégie « *Repenser* ». L'**écoconception** des bâtiments, qui implique de repenser la conception des bâtiments en ayant l'objectif de prolonger leur durée de vie et celle des matériaux qui les composent, peut s'appliquer à cette étape.

La catégorie de stratégies « *Intensifier l'usage des équipements et des bâtiments* » peut s'appliquer dans les phases de construction et d'exploitation des bâtiments. Il s'agit d'utiliser les équipements et les bâtiments sur une plus longue période et aussi de manière davantage soutenue. L'utilisation des bâtiments et des équipements s'en trouve donc optimisée. D'autre part, c'est la catégorie de stratégies « *Prolonger la durée de vie des bâtiments et des matériaux* » qui peut s'appliquer lorsqu'un bâtiment arrive en fin de cycle. Il est possible d'y parvenir par exemple en mobilisant des stratégies de reconditionnement, qui, dans le cadre bâti, peuvent passer par de la rénovation dite circulaire. Les stratégies pour « *Donner une nouvelle vie aux matières* » se situent en fin de cycle de vie. Elles sont mises de l'avant lorsque les matériaux, équipements ou bâtiments n'ont pas d'opportunités pour prolonger leurs durées de vie. Parmi ces stratégies, il y a notamment le recyclage et la valorisation. Elles contribuent donc elles aussi à limiter l'extraction de nouvelles **ressources vierges** et l'élimination de résidus de construction.

L'ensemble de ces stratégies sont complémentaires entre elles. En effet, elles permettent de créer des boucles de matières, d'optimiser les flux et de réduire les impacts de nos bâtiments. Il faut aussi s'attarder à comprendre comment les bâtiments interagissent et impactent le système urbain et les flux qui s'y créent.

Les prochains chapitres présenteront en détail les principaux résultats des 19 projets du Lab, qui viennent appliquer et expérimenter les différentes stratégies de circularité décrites ci-dessus au secteur de la construction, comme l'illustre la [Figure 11](#) présentée au [2.2.5 Les projets d'expérimentation développés](#).

Lire la suite : [II.Description du Lab construction](#)

II. DESCRIPTION DU LAB CONSTRUCTION

Le Lab construction est porté par le Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire basé à l'École de technologie supérieure à Montréal (QC, Canada). Ce chapitre détaille le dispositif de recherche et l'approche de cocréation et d'expérimentation mené entre 2021 et 2024.

2.1 L'ÉTS et le CERIEC — leaders de la recherche en économie circulaire

2.2 Le dispositif de recherche : vision, freins, solutions, projets

2.2.1 Périmètre et dispositif global

2.2.2 Une vision d'un secteur de la construction plus circulaire

2.2.3 Les freins à la circularité du secteur de la construction

2.2.4 Les solutions pour tenter de lever ses freins

2.2.5 Les projets d'expérimentation développés

2.3 Descriptions des parties prenantes

2.4 Les bénéfices de l'approche : évaluation des retombées

2.1 L'ÉTS ET LE CERIEC — LEADERS DE LA RECHERCHE EN ÉCONOMIE CIRCULAIRE

[L'École de technologie supérieure](#) (ÉTS) est une constituante du réseau de l'Université du Québec spécialisée dans l'enseignement et la recherche appliquée en génie et le transfert technologique. Elle forme des ingénieurs et des chercheurs reconnus pour leur approche pratique et novatrice. Son [plan stratégique 2022-2027](#)¹ s'intitule « L'ÉTS, engagée à bâtir la société de demain ». C'est dans cet esprit qu'un ensemble d'actions et de prises de position ont eu lieu, notamment l'accueil du Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire (CERIEC) en septembre 2020 et la création récente de [l'institut AdapT](#), ce qui démontre un véritable leadership au sujet de la durabilité et les enjeux liés à la circularité².

Le [CERIEC](#) est une unité de recherche interdisciplinaire qui se consacre à la poursuite du développement des connaissances et des compétences en économie circulaire. La mission du CERIEC est de façonner et de contribuer au déploiement de l'économie circulaire par un programme de recherche scientifique interdisciplinaire de pointe et par des initiatives de formation, de dialogue, de valorisation et de transfert des connaissances. Autrement dit, il s'agit d'une part de récolter des données de recherche et d'autre part de les rendre disponibles au-delà de la sphère académique en maximisant les retombées concrètes pour les acteurs économiques, les gouvernements et la société civile. Le CERIEC permet d'établir un pont essentiel entre le domaine de la recherche et les applications dans les milieux preneurs. Dans ce contexte, les équipes du CERIEC coordonnent trois initiatives principales :

- le [Réseau de recherche en économie circulaire du Québec](#) (RRECQ). Le RRECQ mobilise à ce jour plus de 300 membres issus de plus de 50 établissements collégiaux et universitaires. Ces membres sont basés au Québec, au Canada et à l'international, et travaillent dans une cinquantaine de disciplines différentes.
- La plateforme [Québec Circulaire](#), qui héberge aussi l'espace [Montréal Circulaire](#). Québec Circulaire est l'une des mesures phares du [Pôle québécois de concertation sur l'économie circulaire](#). Ce dernier est un regroupement volontaire de leaders issus de divers milieux, lequel est animé par le CERIEC. Son objectif est d'accélérer la transition vers l'économie circulaire au Québec.
- Un écosystème de laboratoires d'accélération en économie circulaire (**ELEC**) dans plusieurs secteurs de

1. École de technologie supérieure (ÉTS). (2022). Plan stratégique 2022-2027. <https://planstrategique2022-2027.etsmtl.ca/>

2. Voir notamment le Choix Stratégique 2 du [plan stratégique de l'ÉTS](#) et son contenu : *Être un chef de file de l'innovation pour la société de demain*

l'économie. Le Lab construction est le premier Lab de cet écosystème. Deux autres sont en cours de déploiement pour le secteur textile et les systèmes alimentaires.

La transition vers une économie circulaire est non seulement tributaire de la volonté politique de l'État, et également du leadership et de la mobilisation de divers acteurs au sein des *chaînes de valeur*. Dans une même logique que celle du processus de **cocréation**, ces relations entre l'économie circulaire et ces différents acteurs sont co-dépendantes au point de vue de leur évolution et de leur mise en application. C'est dans ce contexte que l'ELEC se déploie depuis 2021, notamment grâce à une contribution majeure de 2,1 M\$ de Desjardins. L'ELEC a pour objectifs d'accélérer le passage de **filères** clés de l'économie québécoise vers une économie circulaire, d'appliquer les apprentissages d'un laboratoire à un autre et de créer des synergies entre les acteurs et les filières de mise en application de l'économie circulaire. Les filières suivantes sont notamment visées :

- la construction (laboratoire démarré en 2021, une suite en cours de développement avec le Lab construction +);
- les systèmes alimentaires (laboratoire démarré en 2023);
- les textiles (laboratoire démarré en 2024);
- les minéraux critiques et stratégiques (MCS) incluant le secteur des mines et les filière batterie et des produits électroniques et électriques;
- le déploiement territorial;
- les matériaux avancés; et
- le secteur maritime.

Il s'agit de développer des solutions structurantes qui reflètent les enjeux et les besoins réels d'une filière donnée, tout en étant à la fine pointe des connaissances et de la science. Pour y parvenir, chaque laboratoire de l'ELEC adopte une approche de *laboratoire vivant* (*Living Lab*), laquelle est fondée sur deux principes fondamentaux, soit la **cocréation** et l'**expérimentation terrain**.

La [figure 4](#) permet d'illustrer à quel point les actions de chacune des sphères sont interreliée entre elles. En effet, chaque laboratoire **mobilise** des **acteurs clés** issus du **privé**, du **public**, de la **société civile** et de la **recherche**, qui s'articulent entre eux au sein d'une **chaîne de valeur** donnée qui se déploie de l'extraction et la transformation des ressources à la conception, la distribution, l'usage et la fin de cycle des produits.

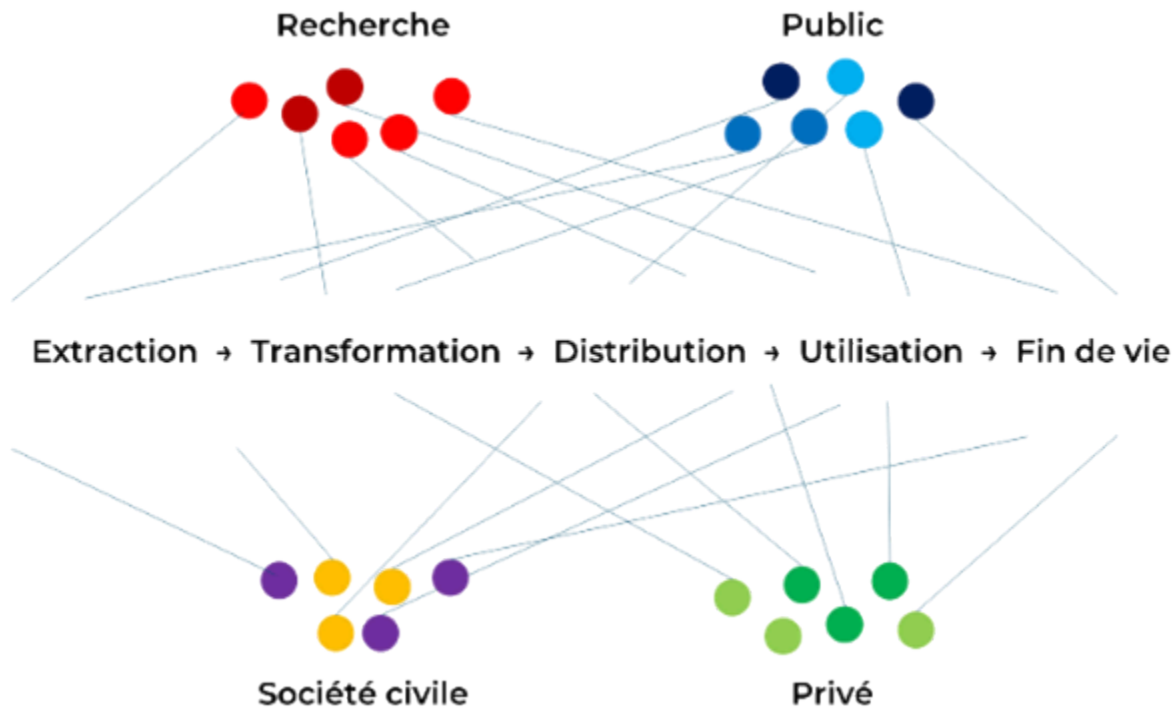


Figure 4 : Mobilisation des acteurs dans le dispositif de lab

Afin de donner de la cohérence au dispositif et à l'ensemble des projets, l'équipe du CERIEC a défini plusieurs ingrédients essentiels qui guident l'approche de chaque Lab :

Les ingrédients essentiels du dispositif de laboratoires vivants du CERIEC

- **Économie circulaire** : les projets intègrent une ou plusieurs stratégies de circularité et une vision sur l'ensemble de la chaîne de valeur pour éviter le **déplacement d'impacts** ;
- **Cocréation** : les projets sont cocréés avec les parties prenantes du milieu et les chercheur.se.s ;
- **Innovation et recherche** : les projets développent de nouveaux savoirs et les documentent pour assurer la reproductibilité ;
- **Expérimentation terrain** : les projets sont connectés à la réalité du milieu et/ou expérimentent les solutions sur le terrain ;
- **Retombées partagées** : les méthodes et résultats des projets sont en libre accès et visent à être utiles à l'ensemble du secteur pour accélérer la transition au Québec.

L'approche systémique et d'expérimentation de l'ELEC permet de mettre à l'épreuve des solutions structurantes et éclairées qui visent des retombées partagées. Avec cette vision d'ensemble, il est possible d'éviter que les impacts et les **effets rebond** soient simplement déplacés dans une autre sphère d'action. Par cette approche, les parties prenantes mobilisées au sein des labs acquièrent aussi des connaissances à propos des pratiques de leur chaîne de valeur, de l'économie circulaire et d'initiatives existantes dans leur milieu preneur. Chacun est ainsi un acteur de la transition.

Lire la suite : [2.2 Le dispositif de recherche : vision, freins, solutions, projets](#)

2.2 LE DISPOSITIF DE RECHERCHE : VISION, FREINS, SOLUTIONS, PROJETS

2.2.1 Périmètre et dispositif global

Le Lab construction est le premier Lab à avoir été déployé au sein de l'**ELEC**. Il a pour mission de :

Démontrer, par des projets d'expérimentation innovants et cocréés avec les parties prenantes, comment intégrer puis généraliser les stratégies d'économie circulaire pour le secteur de la construction

Comme prévu par le dispositif de l'**ELEC**, les activités du Lab se sont déroulées sur trois ans, soit du début de 2021 au début de 2024 et il a été financé par le Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie (MEIE) et par Desjardins.

Le Lab construction s'est initialement concentré principalement sur le bâtiment (laissant de côté les infrastructures) — ainsi les travaux se sont d'abord appliqués à ce périmètre. Le point de départ des travaux a été la liste des étapes de la chaîne de valeur d'un bâtiment. Une chaîne de valeur est l'ensemble des activités créatrices de valeur réalisées par plusieurs organisations, depuis la commande ou la conception d'un produit ou d'un service jusqu'à sa fin de vie. La [figure 5](#) présente les différents maillons de la chaîne de valeur d'un bâtiment à partir de la commande jusqu'à la fin de vie.



Figure 5 : Maillons de la chaîne de valeur de la construction

Le Lab a mobilisé des acteurs clés issus des secteurs privé et public, ainsi que de la société civile et de la

recherche, qui représentent tous les maillons de la chaîne de valeur de la construction. Ces acteurs ont travaillé de concert dans le cadre d'*ateliers de cocréation*, au sein desquels ils ont réalisé les actions suivantes :

1. co-imaginer une vision d'un secteur circulaire dans un futur donné,
2. co-identifier les 29 freins prioritaires à la circularité des ressources de leur secteur, et
3. cocréer 17 solutions pour lever ces freins.

Ces pistes de solutions ont ensuite été concrétisées en 19 projets d'expérimentation concrets¹, également co-développés par ces mêmes acteurs via des **équipes solution**. Il est important de souligner que les solutions ont un impact majeur du fait qu'elles ciblent toutes les ressources et toutes les composantes du secteur de la construction en plus d'avoir des retombées positives du point de vue des modèles d'affaires, des technologies, des comportements et de la réglementation. Les projets impliquent les différents maillons de la chaîne de valeur ainsi que la mise en œuvre de *stratégies d'économie circulaire* (ou *stratégies de circularité*) à différents niveaux (bâtiment, quartier, administration municipale, réglementation provinciale, etc.). Aussi, ces projets permettent de **documenter** les **méthodes** et les **résultats** en vue de les **valoriser**, les **transférer** et les **mettre à l'échelle** et de les rendre disponibles pour le secteur de la construction et le milieu académique québécois.

La [Figure 6](#) ci-dessous représente les différentes phases du dispositif.

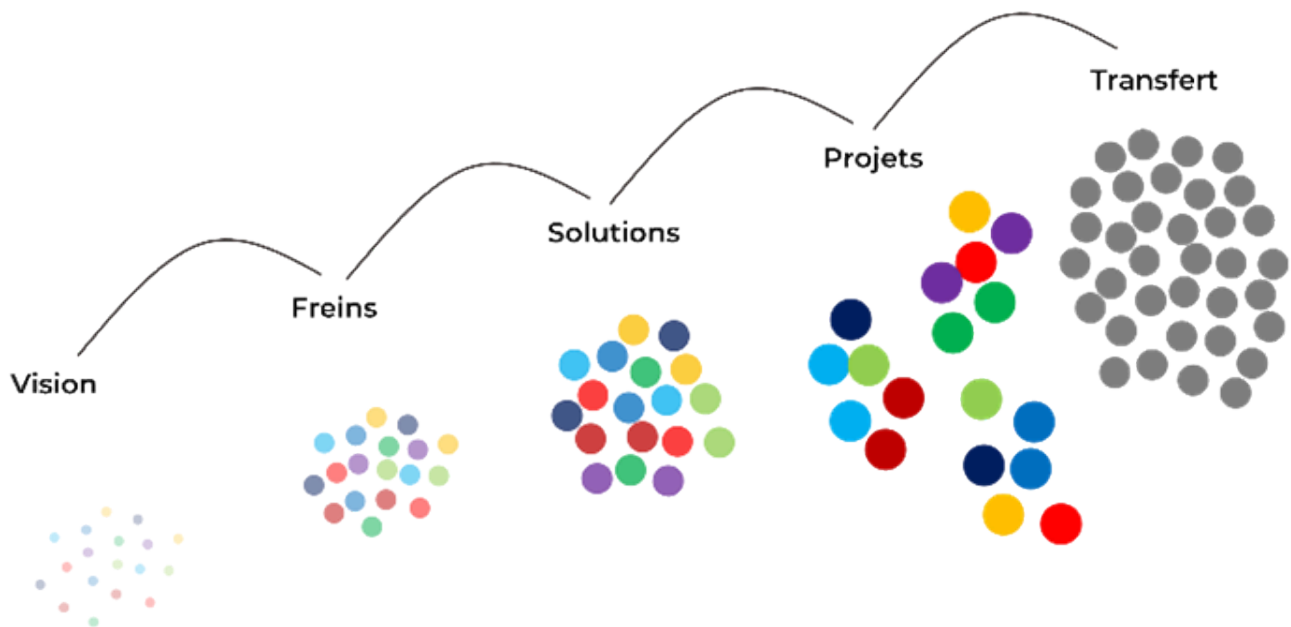


Figure 6 : Dispositif de cocréation du Lab construction

1. Les détails et les livrables des projets sont disponibles dans la section « Projet » de [Construction circulaire](#)

2.2.2 Une vision d'un secteur de la construction plus circulaire

Les Figures ci-dessous illustrent une partie des résultats des étapes 1 à 3. La [Figure 7](#) présente une vision d'ensemble d'une filière plus circulaire. Les visions plus détaillées par thématique (matériaux, pratiques et usages, politiques publiques et réglementations, outils et technologies, leviers économiques et financiers) sont consultables sur la [plateforme Miro du Lab construction](#).



Figure 7 : Vision d'ensemble d'une filière construction plus circulaire développée par les parties prenantes

2.2.3 Les freins à la circularité du secteur de la construction

Lors des ateliers dédiés à la co-identification des freins à la vision développée précédemment, les parties prenantes du Lab ont eu l'occasion d'identifier les freins à la circularité et de les prioriser. Les résultats de ces deux sessions du Lab sont illustrés à la [figure 8](#). On y constate que les freins ont été regroupés en catégories : freins économiques ou financiers, réglementaires, liés aux outils, techniques et liés aux matériaux, et liés aux pratiques, perceptions et cultures.



Figure 8 : Liste des freins prioritaires par étape

La [figure 9](#) illustre quant à elle certains freins transversaux qui ont aussi été identifiés. Ces freins sont présents à toutes les étapes de la vie d'un bâtiment. Ainsi, le Lab a permis de développer des solutions à ces freins puis de les concrétiser sous forme de projets d'expérimentation. Ces solutions visent à lever ou atténuer certains de ces mêmes freins.

En plus des freins prioritaires par étapes, plusieurs freins sont revenus à plusieurs étapes et sont jugés transversaux.

Coûts supplémentaires liés à la mise en place de pratiques ou de stratégies d'économie circulaire : coûts des matériaux secondaires, coûts de main d'oeuvre ou de temps supplémentaire (pour déconstruction, tri à la source, etc.), coût d'entretien proactif des bâtiments, etc.

\$

Absence de marchés, de débouchés pour favoriser déconstruction, réemploi, recyclage

Le coût complet (sur toute la durée de vie du bâtiment) et le coût environnemental ne sont pas pris en compte dans les projets

Indicateurs de suivi et de succès trop axés sur l'approche économique, la rentabilité, le court terme, sans prise en compte de critères environnementaux



Réglementation contraignante qui empêche d'améliorer les pratiques (**sur-réglementation**, par ex. sur le statut des matières résiduelles) et n'encourage pas (**absence de réglementation** incitative ou contraignante pour faire mieux)



Absence d'information, d'argumentaire, de sensibilisation, d'outils, d'accompagnement pour aider les acteurs à changer leurs pratiques

Manque d'intégration entre les acteurs de la chaîne



Gestion du risque non partagée, ce qui empêche la mise en place de nouvelles façons de faire

Figure 9 : Liste des freins transversaux

2.2.4 Les solutions pour tenter de lever ces freins

Les parties prenantes ont ensuite travaillé à identifier ensemble des solutions qui permettraient de lever en partie les freins identifiés.

Ces solutions ont par la suite été organisées par visée, telles que présentées dans la [Figure 10](#) ci-dessous.

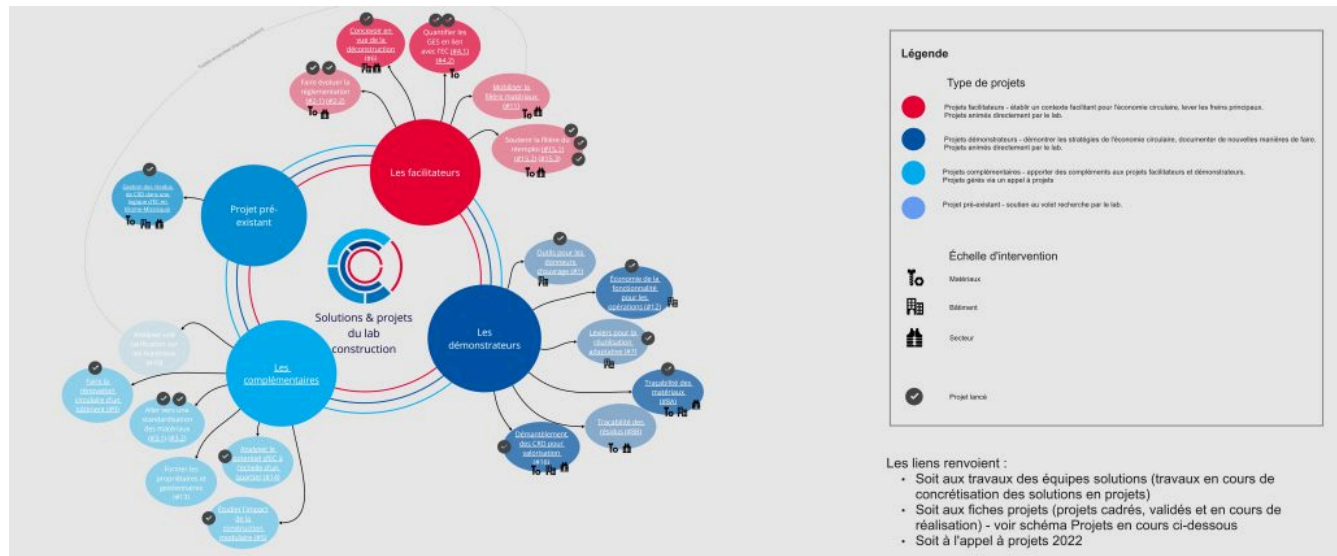


Figure 10 : Liste des solutions ayant émergé du processus

2.2.5 Les projets d'expérimentation développés

Les solutions ont ensuite été travaillées pour faire émerger des projets d'expérimentation via deux modalités principales, comme l'illustre la [figure 10](#) :

- Certaines catégories (« Les facilitateurs » et « Les démonstrateurs ») ont mobilisé les parties prenantes par équipes dites « solution ». Ces équipes ont travaillé en **cocréation** à l'émergence de projets.
- Une autre catégorie (« Les complémentaires ») recense les projets ayant émergé par un appel à projets. Ce dernier a permis à d'autres parties prenantes de participer au Lab.
- Enfin, un projet existant a été intégré au Lab en y intégrant le volet recherche.

Les projets ont donc été cadrés et travaillés par les porteurs de projets, soit au sein des **équipes solution**, soit en réponse à l'appel à projets. L'ensemble des projets soumis ont été analysés par un comité d'évaluation qui s'est réuni trois fois en 2022 et 2023, et c'est ainsi 19 projets qui ont été financés et réalisés au sein du Lab.

L'ensemble des projets se sont terminés fin 2023. Le schéma présenté en [Figure 11](#) illustre comment les 19 projets du Lab construction s'intègrent à différentes étapes de la chaîne de valeur et mettent en œuvre toutes les catégories de stratégies d'économie circulaire, à l'échelle du bâtiment et à l'échelle d'un système urbain.

Bilan atelier freins – Freins prioritaires par étapes

Bilan atelier freins – Freins prioritaires par étapes

Les projets sont décrits plus en détails au [chapitre III](#) et les résultats sont disponibles sur la plateforme [Construction circulaire](#).

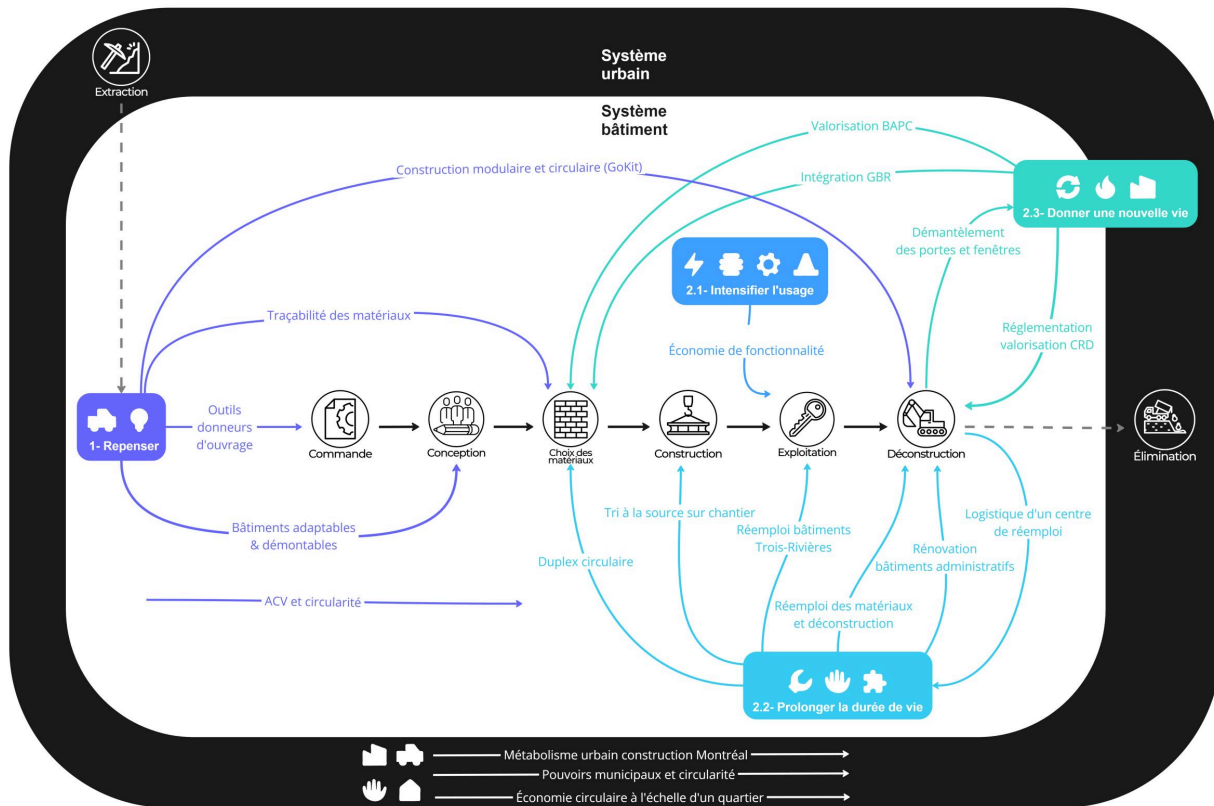


Figure 11 : Schéma de la circularité appliquée au secteur de la construction et les 19 projets du Lab construction

Lire la suite : [2.3 Descriptions des parties prenantes](#)

2.3 DESCRIPTIONS DES PARTIES PRENANTES

Comme il a déjà été dit, plusieurs **parties prenantes** ont pris part aux activités du Lab construction. Avant d'élaborer davantage sur le sujet, il convient de prendre le temps de les décrire. Dans cet effort de groupe, plus de 300 personnes ont participé aux activités, issues de plus de 120 organisations différentes. Pendant les ateliers et les projets, leur participation au Lab a permis de nouvelles connexions au sein de la chaîne de valeur et leurs interactions ont généré une intelligence collective, des nouvelles connaissances et des nouvelles opportunités de collaboration. C'est également leur travail qui a alimenté le dispositif, depuis l'identification de la vision jusqu'à la réalisation et aux résultats des projets d'expérimentation.

Les [figures 12](#) et [13](#) ci-dessous présentent un portrait des organisations et personnes participant au Lab construction.

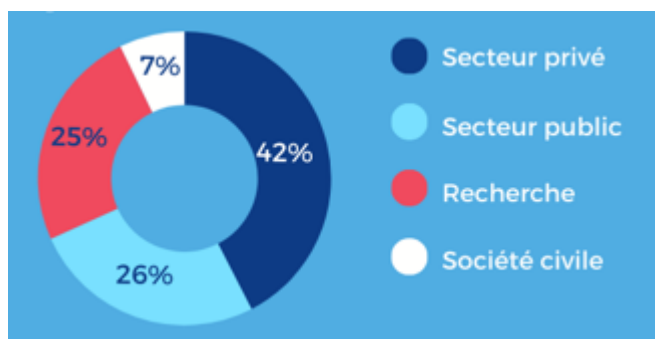


Figure 12 : Répartition des organisations participant au Lab par type

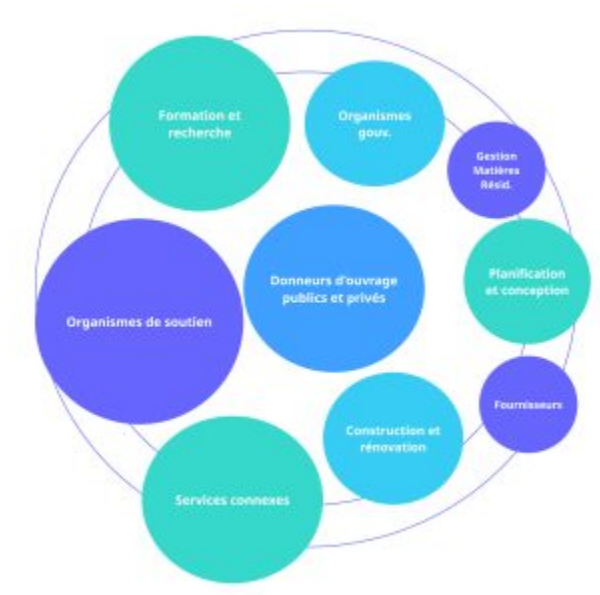


Figure 13 : Répartition proportionnelle des personnes participant au Lab par maillon de la chaîne de valeur

Lire la suite : [2.4 Les bénéfices de l'approche : évaluation des retombées](#)

2.4 LES BÉNÉFICES DE L'APPROCHE : ÉVALUATION DES RETOMBÉES

Le Lab a généré une grande quantité de connaissances nouvelles, dont une partie est analysée dans la présente publication. Ces connaissances se retrouvent dans plus de 70 ressources du Lab construction qui sont accessibles sur la [plateforme de transfert de connaissances du Lab](#)¹. Ces connaissances sont aussi résumées dans le [livret bilan des 19 projets](#)², et les recommandations issues de ces travaux sont présentés au [Chapitre V](#).

Les approches de **laboratoire vivant** sont difficiles à évaluer et l'équipe du Lab construction a mené une réflexion à ce sujet tout au long du Lab. Dans cet esprit, un premier questionnaire a été diffusé en 2021, lequel a seulement eu 13 répondants. Par la suite, des sondages express ont été mis en place lors des rencontres des équipes solution au cours des années 2022 et 2023. À la fin de chaque rencontre des **équipes solution**, deux questions à choix multiples ont été posées aux participants, sur ce que le Lab apporte et sur ce que les participants souhaitent pour la suite.

Cette approche a permis d'optimiser l'implication de chacun, d'une part en étant en mesure d'obtenir l'avis d'un nombre important de personnes dans un temps limité (une centaine de réponses), et d'autre part en mettant à profit leur mobilisation déjà effective lors des rencontres. De là, la réflexion a été approfondie afin de concevoir un nouveau questionnaire diffusé à la fin du Lab (décembre 2023), lequel est davantage pertinent à notre contexte de recherche. Ce questionnaire a été basé en partie sur le référentiel européen d'évaluation des **Living Labs**, intitulé Marqueurs Living Lab³. Le questionnaire de fin de Lab a été mené en ligne de manière anonyme entre décembre 2023 et janvier 2024 et a permis de recueillir 100 réponses complètes, soit un taux de participation de 34,7 %. L'évaluation a été complétée par des indicateurs quantitatifs (notamment ceux demandés par les partenaires financiers du Lab) ainsi que par l'analyse de l'équipe du Lab et de l'**ELEC**.

Les trois années d'opération du Lab construction ont ainsi fait émerger plusieurs constats transversaux. Ils sont présentés ci-dessous :

- Le Lab répond à un **besoin de mise en communauté des acteurs** autour de la circularité. Ce constat a

1. **Construction Circulaire**. (n.d.). Accueil. <https://constructioncirculaire.com/>

2. **Construction Circulaire**. (2024). *Les 19 projets du Lab construction* (28 mai 2024). https://constructioncirculaire.com/wp-content/uploads/2024/05/LabCo_livret-numerique_05-28-2024.pdf

3. **Henry, G., Guyon, T., Martell, Y., Verstichel, P., Goffin, D., & Vigneron, L.** (2021). *Les marqueurs Living Lab* (Version française). Institut Godin, Académie du Management, SGL, & WeLL. <https://www.marqueurs-livinglab.org/>

été fait dans le cadre d'entretiens avec les acteurs relais dans le cadre de la stratégie de transfert de connaissances durant l'été 2023, de sessions de **cocréation** des équipes solutions de fin 2023, et des **ateliers de cocréation** sur la publication collective avec les chercheurs durant l'automne 2023.

- 82 % des répondants au questionnaire de fin de Lab estiment que le Lab leur apporte des relations (rencontres, échanges ou connaissance de nouveaux acteurs) ;
- près de 60 % estiment que le Lab permet de favoriser de nouvelles collaborations dans la communauté, et 57 % sont d'avis que le Lab leur apporte des connaissances pratiques.
- Les **ingrédients essentiels du dispositif** fonctionnent :
 - Les acteurs ont continué d'être mobilisés tout au long du dispositif et sont très positifs lors des rencontres, comme par exemple, lors de l'**événement interlabs** 2023, et de nouveaux acteurs continuent de se joindre volontairement au Lab construction (plus de 300 acteurs ont participé à au moins une activité sur l'ensemble de la vie du Lab) ;
 - Le taux de satisfaction moyen sur la communication, l'approche de cocréation, les outils, les contenus est supérieur à 80 % dans le questionnaire de fin de Lab.
- La participation au Lab favorise l'action et le changement de pratiques :
 - **69 % des répondants au questionnaire de fin de Lab estiment que leur participation au Lab a amélioré leur capacité d'agir en économie circulaire ;**
 - 53 % des répondants au questionnaire de fin de Lab ont mis en place une initiative en économie circulaire dans leur organisation depuis 2021.
- Les 19 projets d'expérimentation ont permis d'explorer et de **démontrer la faisabilité de plusieurs stratégies d'économie circulaire.**

Au-delà des indicateurs chiffrés présentés ici, la valeur ajoutée du Lab construction se situe également dans les mises en relation, les apprentissages des participants et les « bons coups » plus qualitatifs.

Lire la suite : [**III. Études de cas et démonstrations**](#)

III. ÉTUDES DE CAS ET DÉMONSTRATIONS

Le présent chapitre fournit, pour les 19 projets d'expérimentation menés dans le cadre du Lab construction, un résumé et un retour sur les apprentissages. L'ensemble des fiches projets et livrables associés sont disponibles sur la plateforme [Construction circulaire](#).

3.1 Repenser

[3.1.1 Outils pour les donneurs d'ouvrage](#)

[3.1.2 Bâtiments adaptables et démontables](#)

[3.1.3 Circularité et analyse de cycle de vie](#)

[3.1.4 Traçabilité des matériaux](#)

[3.1.5 Construction modulaire et circulaire](#)

3.2 Intensifier l'usage des équipements et des bâtiments

[3.2.1 Bénéfices de l'économie de fonctionnalité](#)

3.3 Prolonger la durée de vie des bâtiments et des matériaux

[3.3.1 Réemploi des matériaux issus de la déconstruction](#)

[3.3.2 Logistique interne d'un centre de réemploi](#)

[3.3.3 Processus municipaux pour prolonger la durée de vie des bâtiments](#)

[3.3.4 Rénovation circulaire d'un duplex](#)

[3.3.5 Réglementation de la gestion des résidus de construction, rénovation et démolition](#)

3.4 Donner une nouvelle vie aux matières

[3.4.1 Tri à la source sur chantier \(Écotri\)](#)

[3.4.2 Démantèlement des portes et fenêtres en vue du recyclage](#)

3.4.3 Rénovation de bâtiments administratifs et valorisation des matériaux

3.4.4 Valorisation des bardeaux d'asphalte post-consommation (BAPC)

3.4.5 Intégration des granulats bitumineux recyclés (GBR) dans les travaux routiers

3.5 Projets transversaux

3.5.1 Métabolisme urbain du secteur de la construction de Montréal

3.5.2 Pouvoirs municipaux et circularité

3.5.3 Économie circulaire à l'échelle d'un quartier

3.1 REPENSER

3.1.1 Outils pour les donneurs d'ouvrage

Le projet, porté par l'Espace de concertation sur les pratiques d'**approvisionnement responsable** (ECPAR) en collaboration avec Catherine Choquette (prof.) et Thomas Jonard (étudiant) du Centre de recherche sur la régulation et le droit de gouvernance (CrRDG) de l'Université de Sherbrooke (UdS), vise à surmonter deux des obstacles à la circularité des bâtiments : l'absence de prise en compte de la circularité en amont du **cycle de vie** dans les projets de construction et le manque de connaissances des solutions existantes.

Le projet s'est déroulé de juin 2022 à décembre 2023 avec pour objectif principal de développer un outil opérationnel destiné aux organisations contractantes telles que les **organisations donneuses d'ouvrages** publiques et privées, les promoteurs, les conceptrices et concepteurs, les entrepreneures et entrepreneurs, ainsi que les entreprises du réemploi. En se fondant sur les connaissances de stratégies circulaires et de l'analyse du cadre légal québécois autour des appels d'offres, l'outil s'intègre aux processus de gestion de projet des donneurs d'ouvrage. Il vise d'abord à aider à la compréhension des éléments clés de l'économie circulaire, notamment via un arbre décisionnel (voir [figure 14](#)).

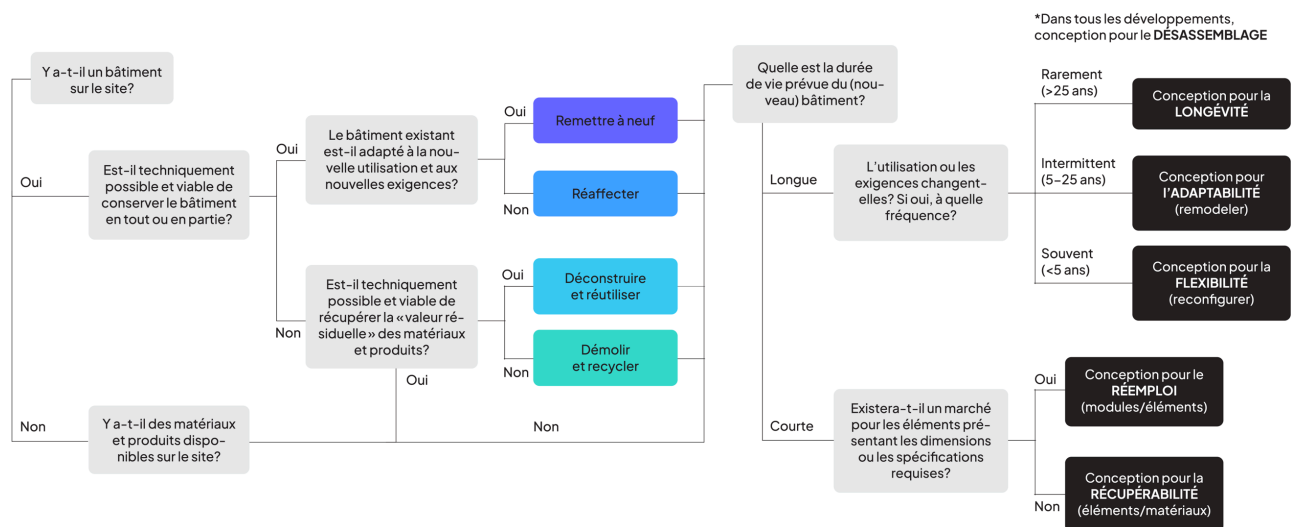


Figure 14 : Arbre décisionnel pour choisir la bonne stratégie de circularité (tiré de Great London Authority, s.o.)

De plus, l'[outil](#) propose des exemples de clauses contractuelles applicables dans le contexte réglementaire et légal du Québec intégrant les principes de la circularité. Il offre ainsi une base solide pour l'implémentation de mesures d'économie circulaire dans les processus d'appel d'offres.

L'outil a été testé sur trois projets ; deux projets de rénovation d'Hydro Québec et un projet de construction neuve de l'Université de Sherbrooke.

Ces expérimentations de terrain soulignent l'importance des engagements formels de l'organisation en **développement durable** ou en **achat responsable**, mais également l'importance de l'ouverture d'esprit des parties prenantes, la formation et la sensibilisation des équipes à l'intégration de la circularité dès la phase de planification, ainsi que la définition des exigences claires au sein des documents d'approvisionnement des services professionnels.

L'implication accrue des parties prenantes favorise une approche collaborative et multidisciplinaire, cruciale pour la mise en œuvre réussie de l'économie circulaire dans les projets de construction dès la conception. Les constats tirés de la recherche ont souligné la nécessité d'intégrer les clauses de circularité dans les contrats et les processus de gestion des mandats pour contribuer à normaliser les mesures d'économie circulaire dans les projets de construction. Par ailleurs, bien que la notion d'économie circulaire ou la question environnementale soient quasiment absentes de la *Loi sur les contrats des organismes publics* ([LCOP](#)), l'analyse de cette loi a révélé des opportunités déjà existantes pour inclure des critères de circularité, mettant en évidence le potentiel d'action immédiate dans ce domaine.

Enfin, plusieurs perspectives de suite sont envisagées pour continuer l'étude : l'expérimentation sur de nouveaux terrains, l'exploration de nouveaux secteurs, la sensibilisation des **parties prenantes** à travers des formations et l'adaptation des outils développés à d'autres types de projets, tels que la gestion de résidus de construction, rénovation et démolition sur chantier.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/outils-pour-les-donneurs-douvrage>

3.1.2 Bâtiments adaptables et démontables

Ce projet, mené par Ivanka Iordanova (prof.), Saba Baienat, Narimene Midoune (étudiantes) du Groupe de Recherche en Intégration et Développement Durable en environnement bâti (GRIDD) de l'École de technologie supérieure, en collaboration avec Bechara Helal (prof.) de l'Université de Montréal (UdeM) et FP Innovations, vise à encourager l'adoption des principes de conception axés sur l'**adaptabilité** et la **démontabilité** (Design for Adaptability, **DfAD**) dans les projets de construction. L'architecture adaptable permet de prolonger la durée de vie des bâtiments et de créer un environnement bâti plus durable en facilitant d'une part leur modification pour des usages différents des usages initialement prévus et en limitant d'autre part les perturbations. Cette approche entraîne des bénéfices économiques, sociaux et environnementaux en économisant les matériaux et les coûts, en redonnant vie à des quartiers, en diminuant l'obsolescence et en évitant les démolitions des bâtiments existants.

Ayant un impact sur l'ensemble de la **chaîne de valeur** du projet, l'**adaptabilité** des bâtiments doit être abordée entre les parties prenantes dès les prémices de conception. Toutefois, la mise en œuvre d'une démarche est actuellement limitée par l'absence d'outils spécifiques pour sa mise en œuvre au Québec, et ce, bien que ces approches soient bien documentées.

L'objectif principal est de créer une feuille de route pour faciliter leur intégration des principes de conception axés sur l'adaptabilité et la démontabilité dans le secteur de la construction. L'équipe s'est appuyée sur des modèles d'adaptabilité et de circularité identifiés dans la littérature et a collaboré avec les parties prenantes locales et manifestant un intérêt particulier pour ces concepts afin de développer un outil d'évaluation de l'adaptabilité d'un projet.

Les exigences réglementaires strictes, le manque de sensibilisation des propriétaires ainsi que l'absence de pratiques existantes d'évaluation de l'adaptabilité ont été identifiés, à travers la revue de littérature et les entrevues de parties prenantes, comme des obstacles majeurs à la mise en œuvre des principes d'adaptabilité. Le projet a également révélé une confusion sémantique autour de l'adaptabilité et des pratiques fragmentées dans le domaine.

Le projet de recherche met en évidence l'importance de concevoir des bâtiments avec une adaptabilité et une démontabilité intégrées qui permettent de prolonger la durée de vie des bâtiments et des matériaux qui les composent, et de réduire l'impact environnemental tout en offrant une flexibilité pour de futurs usages. De plus, des entrevues avec les parties prenantes de l'industrie ont mis en lumière une diversité de termes utilisés pour décrire ce concept, démontrant son importance et sa pertinence dans le domaine de la construction, mais aussi un manque de cohérence dans les pratiques. De plus, les pratiques fragmentées révélées par des études de cas appellent une approche systématique, au vu des défis réglementaires et du manque de sensibilisation des propriétaires. Au sein du Lab, le développement d'un outil d'évaluation préliminaire de l'adaptabilité et la création d'un cadre conceptuel participent à la production de connaissances scientifiques et proposent une aide à l'intégration et à l'évaluation des stratégies **DfAD** disponibles pour les praticiens et praticiennes. L'élaboration d'un cadre conceptuel permet d'aborder les principes, variables et contextes d'application des

stratégies DfAD, notamment la théorie fondamentale du « découpage en couche ». Partant de couches clés identifiées par Brand (voir [Figure 15](#)¹) telles que le mobilier ou encore la structure et les services, le cadre conceptuel affine l'analyse grâce des critères tels que l'accessibilité, l'énergie et l'isolation au regard des enjeux de l'économie circulaire, du prolongement de la durée de vie des bâtiments et de la facilité de transformation.

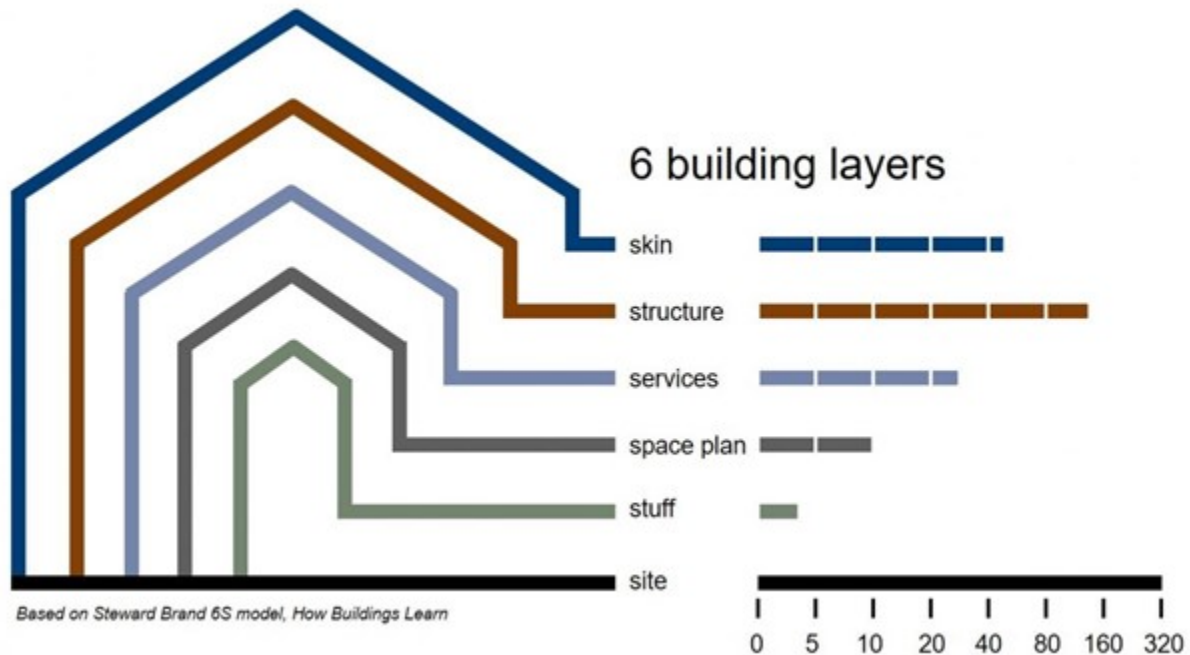


Figure 15 : Couches du bâtiment et durée de vie (adapté de Brand, 1994)

Enfin, les recommandations et perspectives soulignent l'importance de finaliser et d'opérationnaliser ces outils, ainsi que de les évaluer dans des projets réels. L'implication continue des parties prenantes et la recherche qualitative et quantitative permettront de maximiser l'impact de cette recherche et d'assurer son application concrète dans l'industrie de la construction au Canada.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/batiments-adaptables-et-demontables/>

1. **Brand, S.** (1994). *How buildings learn: What happens after they're built*. Viking Press.

3.1.3 Circularité et analyse de cycle de vie

Ce projet a été mené par Arup, Annie Levasseur (prof.), Claudiane Ouellet-Plamondon (prof.), Leopold Wambersie (étudiant) et Mathieu Bendouma (post-doc.) de l'École de technologie supérieure (ÉTS) en collaboration avec Studio Carbone et le Groupe Agéco. Il vise à intégrer les principes de circularité dans les méthodes d'**analyse de cycle de vie** (ACV) des bâtiments. En développant une méthodologie cohérente de mesure des impacts de stratégies circulaires, ce projet vise à soutenir la transition vers l'économie circulaire dans le secteur de la construction. Ce projet a également pour objectif de mettre en lumière les bénéfices environnementaux et les potentiels **déplacements d'impacts** liés à la mise en œuvre de stratégies d'économie circulaires en appliquant la méthodologie développée à un cas d'études. Cette partie du projet n'a pas pu être réalisée en raison de la difficulté de trouver un projet à étudier.

Pour développer la nouvelle méthodologie, le projet a étudié de façon détaillée trois phases du cycle de vie (phases A, C, D dans les méthodologies d'ACV, voir [figure 16](#)) d'un bâtiment et la manière de les interconnecter entre elles. Cette étude a permis les trois éléments suivants :

1. identifier les problèmes d'intégration de la circularité dans l'ACV,
2. identifier les difficultés à capturer des bénéfices en dehors du système, et
3. systématiser et harmoniser la méthodologie.

Dans cette optique, l'équipe de recherche s'est tout d'abord appuyée sur la littérature scientifique existante qui inclut des études similaires. La synthèse d'articles décrivant les difficultés d'implémentation des normes dans des contextes circulaires a fourni un socle de connaissances essentiel pour orienter les travaux de recherche. De plus, la collaboration fructueuse avec des partenaires expérimentés a enrichi les échanges avec l'équipe de recherche.

L'étude souligne la nécessité d'améliorer le cadre structurant de l'ACV au-delà des frontières du système d'un bâtiment pour intégrer les stratégies circulaires de conception et construction, ainsi que l'importance d'adapter les pratiques conventionnelles de l'ACV aux principes de l'économie circulaire. Pour cela, le projet vise à résumer et décrire les meilleures façons de les appliquer dans la pratique et de les prendre en compte en fonction des normes, des lignes directrices et des recherches actuelles. De plus, la définition d'un bâtiment de référence s'avère essentielle pour évaluer les avantages et compromis des stratégies circulaires.

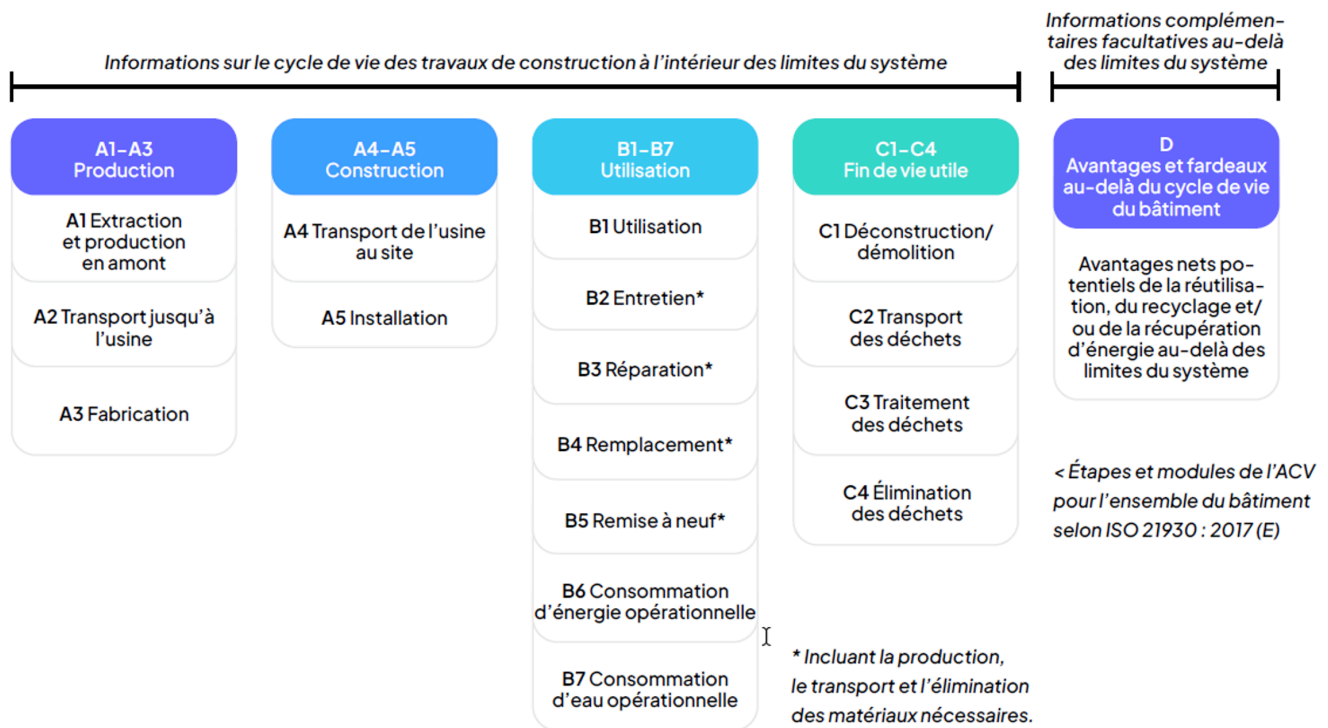


Figure 16 : Étapes et modules de l'ACV pour l'ensemble du bâtiment selon ISO 21930 : 2017 (E)

Une analyse des stratégies de circularité a permis de faire émerger trois catégories de stratégies, en fonction de leur impact sur la méthodologie d'ACV :

- **les stratégies circulaires qui partagent des matériaux entre différents systèmes,**
- **les stratégies qui augmentent l'utilisation des bâtiments, et**
- **les stratégies qui réduisent les impacts des matériaux.**

Cette analyse a permis d'élaborer des méthodologies nécessaires pour appliquer l'ACV dans des contextes circulaires, tout en proposant des révisions aux approches standards.

Dans une perspective de recherches futures et d'applications concrètes, la réalisation d'analyses approfondies, l'expérimentation de la méthodologie sur un cas d'étude concret et le partage des résultats avec l'industrie contribueront à consolider les avancées et à transformer les pratiques conventionnelles vers une économie circulaire plus robuste et durable.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/circularite-et-analyse-de-cycle-de-vie/>

3.1.4 Traçabilité des matériaux

Le projet de recherche, mené par Erik Poirier (prof.), Adam Yousfi, Saman Davari et Meisam Jaber (étudiants) du GRIDD de l'ÉTS en collaboration avec le Groupe Optel, Arup, Alexandre Landry Architecte et Bechara Helal (prof.) de l'Université de Montréal, a été initié pour répondre à un enjeu majeur du secteur de la construction : la **traçabilité** des matériaux et des produits dans une perspective d'économie circulaire. Cette démarche ambitieuse vise à développer une approche intégrée pour optimiser la réutilisation et le réemploi des matériaux de construction, ce qui permet de contribuer à une gestion plus durable des ressources.

Les enjeux de la traçabilité des matériaux de construction se concentrent à deux niveaux principaux. Ils concernent, d'une part, le faible niveau de numérisation des petits projets qui limite la capacité à suivre et à suivre la trace des matériaux utilisés tout au long du processus de construction. D'autre part, plusieurs enjeux articulés autour des données ont été identifiés. En ce sens, il apparaît que l'**interopérabilité des données** et des outils reste un défi majeur qui doit être amélioré. La difficulté à faire communiquer efficacement les différentes plateformes et systèmes d'information nuit à une gestion optimale de la traçabilité, ce qui complexifie la collecte et l'analyse des données. Ensuite, l'absence de données fiables sur les matériaux constitue un obstacle majeur. Cette lacune entrave le calcul des **indices de circularité** et complique la mise en œuvre de stratégies efficaces de traçabilité. Enfin, le projet a souligné l'importance d'avoir une approche structurée et multiniveau pour assurer une traçabilité efficace. Ce dernier point implique notamment la mise en place de réglementations et de stratégies visant à créer des répertoires d'informations sur les actifs et produits de construction dans l'optique de garantir une gestion transparente et responsable des ressources.

Pour surmonter ces freins, l'équipe de recherche a lancé trois démarches complémentaires :

1. une étude attentive des pratiques européennes de référence telles que le cadastre des matériaux néerlandais et bruxellois Madaster® ou encore le projet européen *Buildings As Material Banks* (BAMB),
2. l'usage de nouvelles technologies de l'information, et
3. la participation active des membres de l'**équipe solution** du Lab à travers l'introduction d'une étude de cas réel.

Les résultats obtenus ont permis de développer un cadre de traçabilité à partir duquel il a été possible d'offrir

une méthodologie structurée pour assurer la gestion et le réemploi efficaces des matériaux de construction. Le cadre de traçabilité pour les actifs bâtis (voir [Figure 17](#)) permet d'explorer cinq dimensions fondamentales de la traçabilité :

- le ***pourquoi***, afin de questionner l'importance de la traçabilité en regard des enjeux du développement durable,
- le ***quoi***, qui étudie les principales typologies de données favorisant la traçabilité,
- le ***quand***, permettant de suivre les matériaux et produits tout au long du cycle de vie,
- le ***qui***, dont l'intérêt porte sur la collaboration et la coordination entre les parties prenantes du projet, et
- le ***comment***, qui s'interroge sur l'implémentation des systèmes de traçage.



Figure 17 : Cadre de traçabilité

De surcroît, des cas d'usage concrets ont été identifiés et ont permis de démontrer la faisabilité et l'efficacité de la traçabilité dans des projets réels, notamment par l'expérimentation dans le cadre du projet de rénovation [Duplex circulaire](#).

Des recommandations ont également été formulées, notamment celle concernant l'importance de faciliter l'accessibilité aux données à travers des bases de données fiables. À cela s'ajoute aussi la nécessité de permettre

l'opérationnalisation des solutions sur différents types de projets afin de pouvoir déployer à terme la stratégie et le cadre proposé à une plus grande échelle.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/tracabilite-des-materiaux/>

3.1.5 Construction modulaire et circulaire

Le projet, mené par le Bureau de promotion des produits du bois du Québec (QWEB) en collaboration avec Carlo Carbone (prof.) de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), vise à explorer les enjeux liés aux aspects de désassemblage du **système constructif modulaire** volumétrique GoKit. Un des principaux défis de la construction circulaire réside dans la nécessité de réduire les pertes et le gaspillage de matériaux sur toute la durée de vie d'un bâtiment, y compris en fin de vie. Ce projet a donc pour objectif d'analyser le potentiel de déconstruction du module constructif GoKit, lequel est un système constructif en bois et en acier qui est mis en œuvre par la juxtaposition et l'empilement fixe de volumes produits en usine afin de réaliser des édifices de logements collectifs. Ce projet s'inscrit dans une démarche plus large, réunissant acteurs privés et publics, dont l'objectif principal est de créer une plateforme numérique orientée vers le ***Design for Manufacturing and Assembly (DfMA)***, qui est un modèle d'affaires innovant qui soutient la collaboration entre manufacturiers et concepteurs. Cette plateforme s'accompagne d'une stratégie pour développer la **filière** de la construction modulaire en mode multimanufacturier. À travers l'exploration du potentiel **DfMA**, le projet contribue à amorcer l'élaboration d'un écosystème spécifique à l'industrie de la construction volumétrique et à la standardisation et l'optimisation d'une production manufacturière plus efficiente.

Le projet a identifié trois enjeux concernant le potentiel de **déconstruction**, de **réemploi** et d'**adaptabilité** du module GoKit. Ces enjeux concernent la relocalisation des modules volumétriques, la réutilisation des composants et le réaménagement potentiel des modules au fil du temps. Ceux-ci ont été explorés à travers trois ateliers de cocréation, réalisés entre janvier et février 2023, au cours desquels il a été possible de mettre en évidence des potentiels et des obstacles.

Dans le cadre de la relocalisation, l'obstacle majeur pour le démantèlement concerne les méthodes de construction conventionnelles pour les intérieurs. En effet, ces méthodes rendent le désassemblage plus difficile, comme c'est le cas avec :

1. le gypse utilisé comme finition intérieure qui entrave le démontage des volumes,

2. les connecteurs cachés dans les parois, et
3. les systèmes mécaniques traités conventionnellement.

Aussi la relocalisation dans d'autres contextes implique, d'une part, l'appréhension de nouvelles normes et réglementations qui sont spécifiques au nouveau site, et d'autre part, nécessite un recalcul structurel adapté au contexte. Les résultats du second atelier, qui était articulé autour de la réutilisation des composants, ont rejoint les constats du premier atelier. Ces constats mettent en lumière que les méthodes de construction conventionnelles, dont la mise en œuvre des finitions, de l'étanchéité et les contraintes d'isolations acoustiques et d'incendie, entravent la réutilisation, ce qui favorise plutôt le recyclage. Aussi, pour les surfaces de contreventements, il est recommandé d'utiliser des systèmes de fixations mécaniques par visserie et non par cloutage. Lors du troisième atelier, l'analyse du réaménagement potentiel des modules au fil du temps a souligné leur manque d'adaptabilité, bien qu'ils soient flexibles.

À la lumière des ateliers, il a été constaté qu'il est nécessaire de définir la durée de vie des édifices et les critères de maintenance en phase de conception et de mise en service. Pour y parvenir, les modules doivent être documentés de manière détaillée, complète et illustrée, afin de pouvoir répondre aux enjeux de déconstruction, de réemploi et d'adaptabilité. En ce sens, la modularité doit être pensée dès la conception et être appliquée à tous les systèmes qui composent les modules. Enfin, de manière générale les normes et la culture de la surface continue représentent un obstacle majeur à la circularité de la construction modulaire et il est primordial de revoir les pratiques courantes d'assemblage pour favoriser la déconstruction des modules. De ce fait, les cadres réglementaires et contractuels doivent évoluer pour tenir compte des stratégies d'économie circulaire.

Le projet a mis en évidence le fort potentiel de modularisation de la conception avec le système GoKit, de même qu'il a permis de souligner la flexibilité et l'adaptabilité des modules sans murs porteurs. Dans l'optique de valoriser pleinement le système GoKit et son potentiel de circularité, une étude approfondie doit être faite quant aux données à intégrer aux contrats et spécifications, ainsi qu'au point de vue des options de fixation pour faciliter l'assemblage et le désassemblage des modules.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/construction-modulaire-et-circulaire-gokit/>

Lire la suite : [3.2 Intensifier l'usage des équipements et des bâtiments](#)

3.2 INTENSIFIER L'USAGE DES ÉQUIPEMENTS ET DES BÂTIMENTS

3.2.1 Bénéfices de l'économie de fonctionnalité

Le projet de recherche mené par Marc Journeault (prof.), Chloé Steux (étudiante) et Rim Khelifa (professionnelle de recherche) de l'Université Laval et Annie Levasseur, Danielle Monfet (profs.) et leurs étudiants de l'École de technologie supérieure, en partenariat avec Énergir et le Consortium EFC, s'est concentré sur les bénéfices économiques et environnementaux de l'**économie de fonctionnalité** appliquée aux opérations énergétiques des bâtiments.

L'économie de fonctionnalité est un modèle économique reposant sur la vente de la mise à disposition d'un bien matériel ou d'un service plutôt que sur la vente du bien ou du service lui-même, notamment dans le but d'éviter la surconsommation de ressources et de favoriser la production de biens durables et réparables.

Le présent projet s'intéresse ainsi à la mise en place d'une économie de la fonctionnalité dans les opérations énergétiques de deux bâtiments, l'un de la Ville de Montréal, l'autre de l'ÉTS, en tentant de démontrer les bénéfices économiques et environnementaux éventuels liés à la consommation énergétique d'un bâtiment. Concrètement, il s'agit d'analyser deux scénarios possibles (voir [figure 18](#)):

- le premier scénario de l'**économie linéaire** où le gestionnaire du bâtiment est propriétaire de l'installation de production énergétique (réseau « bâtiment »), et
- le second de l'économie circulaire où le gestionnaire achète le service de livraison de chaleur auprès d'un prestataire tierce(réseau urbain), ici Énergir.

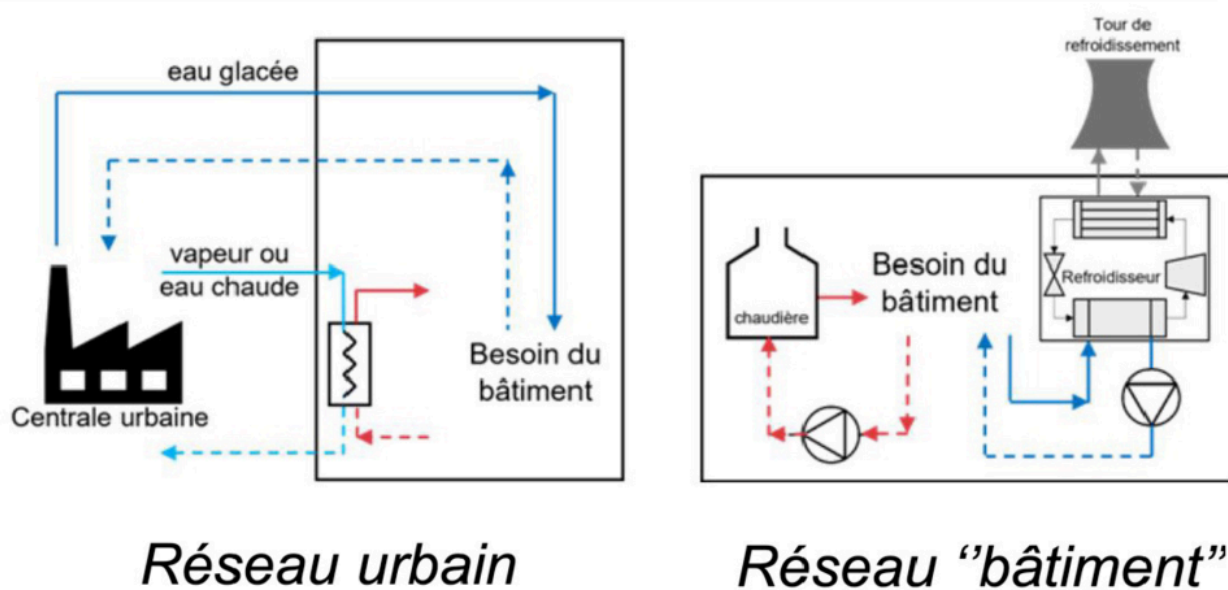


Figure 18 : Schémas de principe du réseau de chaleur

Pour être mené à bien, ce projet s’est appuyé sur des données de l’ÉTS et d’Énergir, ainsi que sur l’utilisation de [guides ASHRAE](#) comme références pour la prédiction des consommations énergétiques. Aussi, cette initiative répond à un besoin crucial visant à limiter la surconsommation des ressources et à promouvoir des modèles d’affaires innovants et résilients. Dans cette perspective, le projet identifie plusieurs enjeux, notamment le peu de recherches sur les impacts économiques et environnementaux de l’économie de la fonctionnalité, ainsi que le faible développement de ce modèle d’affaires au Québec.

De nombreux avantages stratégiques, économiques et environnementaux de l’économie de la fonctionnalité ont été identifiés.

Parmi les **avantages environnementaux**, les éléments suivants reviennent régulièrement :

1. la **réduction de la consommation de gaz naturel** pour le chauffage et d’électricité pour le refroidissement,
2. la **réduction des émissions de GES** associées, et
3. la **réduction des risques environnementaux et sociaux**.

Au **point de vue économique**, les avantages sont présents pour le client et le fournisseur de services puisque l'**économie de fonctionnalité** permet :

1. la **réduction des coûts associés** aux infrastructures et à l'énergie,
2. l'**accroissement de la résilience** et de la fiabilité,
3. une **meilleure collaboration** entre les parties prenantes du projet,
4. une **accessibilité accrue des compétences**, et
5. des **économies d'échelle** (besoins de chauffage, refroidissement, nouvelles technologies, réseau de chaleur).

Le projet a permis d'offrir une vision plus précise des impacts environnementaux liés au chauffage et à la climatisation, de même qu'une grille d'analyse des bénéfices de la mise en œuvre de l'économie de fonctionnalité. Aussi, en se concentrant sur les avantages environnementaux et économiques de l'économie de fonctionnalité dans le contexte du chauffage et du refroidissement des bâtiments, l'étude souligne la nécessité d'élargir les recherches futures pour inclure les impacts sociaux de même que la nécessité d'explorer le potentiel de l'économie de fonctionnalité dans d'autres usages opérationnels des bâtiments (ascenseurs, sécurité, recouvrement de plancher, éclairage, etc.). Conjointement à cela, l'équipe de projet souligne la nécessité de clarifier la définition de l'économie de la fonctionnalité pour faciliter son application et recommande d'analyser les impacts environnementaux des infrastructures pour poursuivre le développement et la mise en œuvre de ce modèle prometteur.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/benefices-de-leconomie-de-fonctionnalite/>

Lire la suite : [3.3 Prolonger la durée de vie des bâtiments et des matériaux](#)

3.3 PROLONGER LA DURÉE DE VIE DES BÂTIMENTS ET DES MATÉRIAUX

3.3.1 Réemploi des matériaux issus de la déconstruction

Ce projet analyse le processus de déconstruction sur deux terrains d'expérimentation en Gaspésie pour favoriser le **réemploi** des matériaux issus de la **déconstruction**. Conduit par Tassedra Boukherroub (prof.), Audrey Ngnanmi Tchakoutio et Félix Veillette (étudiants) de l'ÉTS, et la Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie (RITMRG), et avec le soutien technique de RECYC-QUÉBEC, ce projet s'est concentré sur l'optimisation de la logistique du réemploi de ces matériaux. Le but de ce projet est d'améliorer économiquement et logistiquement le réemploi des matériaux en analysant, en améliorant et en documentant les processus existants en Gaspésie en vue de les déployer à des projets similaires ailleurs au Québec. À cette fin, un modèle d'aide à la décision est en cours d'élaboration pour optimiser la chaîne logistique des matériaux tout en évaluant l'impact environnemental et socio-économique de leur déconstruction.

Le projet a permis d'identifier sur le terrain les obstacles majeurs de la transition vers un modèle d'économie circulaire, tout en mettant en lumière les défis liés à la déconstruction et au réemploi des matériaux.

Ces obstacles sont notamment :

- les freins assurantiels,
- l'absence de cadres législatifs et politiques adaptés,
- une insuffisance de main-d'œuvre qualifiée et,
- un manque de sensibilisation des parties prenantes.

Parallèlement, la **méthodologie DMAIC** (Définir, Mesurer, Analyser, Innover, et Contrôler), dérivée de la philosophie **Lean Six Sigma**, a été appliquée pour l'étude du processus de déconstruction sur les deux terrains d'expérimentation. Une analyse approfondie de l'optimisation de la chaîne logistique et des différentes phases de déconstruction a d'ailleurs conduit au développement d'un processus optimisé pour maximiser le réemploi

des matériaux. Cette méthode de recherche est venue renforcer les enseignements de l'**expérimentation terrain** de plusieurs manières. D'une part, la cartographie détaillée du processus de déconstruction s'est avérée essentielle pour identifier les points critiques de la démarche pour ensuite proposer le processus optimisé. D'autre part, l'approche ouverte et collaborative, qui a lieu notamment à travers la **méthode DMAIC**, a joué un rôle déterminant, car elle a favorisé l'implication et la contribution des différentes parties prenantes dans l'amélioration du processus.

Une des retombées principales de ce projet est la création d'une boîte à outils qui détaille les différentes étapes du processus de déconstruction, lesquelles vont de la planification au niveau municipal jusqu'à la commercialisation des matériaux. Concrètement, la déconstruction des bâtiments issus des deux sites a démontré des résultats très satisfaisants en matière de taux de réemploi, qui se sont élevés jusqu'à 70 % pour les bâtiments en bois sur le site de Grande-Rivière. Autrement dit, le réemploi a permis d'économiser 135 tonnes de matières premières, de valoriser 14 % de matériaux et d'en enfouir un plus faible pourcentage (16 %) – voir [Figure 19](#). À l'écocentre, le taux de **valorisation** s'est élevé à 74 % pour le bâtiment abandonné du site de Chandler et une économie de 5 % sur le coût du projet a été réalisée grâce à la déconstruction. Les bénéfices liés à la vente des matériaux déconstruits au lieu de leur **enfouissement** ont permis de réaliser les opérations de déconstruction à un coût équivalent à celui de la démolition, étant donné le coût élevé de l'enfouissement en Gaspésie.

Indicateur	Constat actuel démolition	Cible	Résultats Site Chandler	Résultats site G. Rivière	Précisions
Matières enfouies	95 %	20 %	22 %	16 %	Seules 77 tonnes sur un total de 408 tonnes générées ont été enfouies
Matières valorisées	5 %	20 %	74 %	14 %	Le taux de contamination important au site de Chandler a favorisé une valorisation (74%) au détriment d'un réemploi (4 %)
Matières au réemploi	0 %	60 %	4 %	70 %	Avec 70 % de réemploi au site de Grande-Rivière, on confirme la pertinence du réemploi
Réduction de consommation de nouvelles ressources grâce au réemploi	5 %	60 %	4 %	70 %	Le site de Grande-Rivière a contribué au réemploi de 135 tonnes et de ce fait, évité la consommation équivalente de ressources premières
Temps d'utilisation machinerie (pelle)	100 %	20 %	35 %	0 %	
Économie de km parcourus par les camions de transport	5 %	80 %	79 %	89 %	4111 km parcourus au total au lieu de 26 862 km anticipés si nous avions privilégié l'approche 100 % démolition

Figure 19 : Certains résultats de la déconstruction sur les deux sites

D'une manière générale, le projet a permis de constater qu'il y a un manque d'informations sur l'optimisation des pratiques de déconstruction et que les entrepreneurs ne connaissaient pas les pratiques de déconstruction, qui restent encore à développer au sein de la main-d'œuvre du secteur. Toutefois, l'engagement précoce du

donneur d'ouvrage dans la démarche de déconstruction et la formation adéquate des entrepreneurs ont contribué à la réussite du projet. Les résultats obtenus ont permis de confirmer la faisabilité et la rentabilité des pratiques de réemploi et de déconstruction dans le contexte particulier des coûts élevés d'enfouissement en Gaspésie. Le projet a été un réel succès pour les partenaires et s'est traduit en retombées positives à l'échelle locale de la région où il s'est déroulé.

L'équipe met de l'avant trois recommandations principales pour assurer la reproductibilité du processus de déconstruction dans d'autres régions du Québec :

1. inclure une formation continue des entrepreneurs,
2. sensibiliser le grand public, et
3. utiliser la boîte à outils qui a été développée.

Il est attendu que l'utilisation de la boîte à outils par d'autres régions du Québec accélérera le recours aux matériaux de déconstruction dans les projets à venir. Finalement, l'objectif de faire évoluer le contexte réglementaire pour encourager le réemploi va de pair avec la mise sur pied de recherches futures qui porteront sur les modèles d'aide à la décision.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/reemploi-des-materiaux-issus-de-la-deconstruction/>

3.3.2 Logistique interne d'un centre de réemploi

Maintenir la valeur des éléments de construction et leur éviter le statut de matière résiduelle représente l'un des défis majeurs de l'économie circulaire. Parmi les nombreux principes de l'économie circulaire, les pratiques de réemploi représentent l'une des meilleures solutions d'allongement de durée de vie des matériaux de construction du fait qu'elles permettent d'éviter l'enfouissement des composantes, dont certaines à valeur patrimoniale, et de redistribuer ces éléments en tant que ressources. Le projet porté par Architecture sans

frontières Québec (ASFQ) et Amin Chaabane (prof.), Mustapha Ouhimmou (prof.), Armin Jabbarzadeh (prof.) et Louis Garban (étudiant) de l'ÉTS, avec le soutien technique de DG Technologies, vise à prolonger le **cycle de vie** des matériaux de construction en favorisant leur réemploi par l'optimisation d'un espace de commercialisation des matériaux usagés dans un centre à Montréal. Le projet a permis d'analyser puis d'optimiser les opérations logistiques autour de cette initiative circulaire par une approche de **logistique inverse**.

La logistique inverse est définie comme un système de gestion logistique des produits qui se base sur le retour, la récupération ou le recyclage des produits vers l'entreprise de production. Elle offre une opportunité cruciale pour optimiser les opérations de déconstruction et de réemploi dans le secteur de la construction.

Bien que la revue de littérature ait consolidé certaines connaissances sur l'**optimisation des opérations** et de la logistique dans ce contexte, il y subsiste des manquements. Les articles étudiés dans le cadre de ce projet mettent en lumière l'inefficacité dans les transports des **matières résiduelles** et le gaspillage potentiel des matières issues de la déconstruction par manque d'orientation des entrepreneurs sur la gestion des matériaux. De plus, le transport est également identifié comme un frein à la récupération et au réemploi : il est constaté une absence de logique des itinéraires et de leur optimisation depuis plusieurs sites de réception des matériaux. Pire encore, il y a de nombreux matériaux réutilisables qui sont abandonnés plutôt que d'être réemployés dans de nouveaux projets, des options fiables de logistiques étant peu courantes. Cette situation soulève la nécessité urgente d'études approfondies sur la **logistique inverse** dans le secteur de la construction, de même qu'elle suggère la mise en place de processus normalisés pour gérer efficacement ces flux.

Dans le cadre de ce projet, l'optimisation de la logistique interne a été étudiée en ayant comme objectif principal l'optimisation des processus de réutilisation et de **reconditionnement** des équipements et matériaux de construction à travers l'aménagement d'un nouvel entrepôt dédié à la vente desdits matériaux usagés. L'étude de terrain a permis de proposer des solutions d'entreposage et de stockage améliorées. Cette restructuration s'impose afin d'assurer des meilleures rentabilité et durabilité des opérations. L'objectif sous-jacent de ce projet est de démontrer qu'un centre de réemploi ayant un accompagnement adéquat peut tout à fait rivaliser économiquement avec un centre de matériaux neufs, en plus d'apporter des avantages environnementaux et sociaux considérables.

Pour cela, le projet a entrepris plusieurs actions :

1. établir une cartographie détaillée des processus de flux logistiques de l'entrepôt,
2. développer des scénarios d'aménagement en vue de sélectionner l'agencement le plus efficace, et
3. produire et diffuser au sein du secteur un guide pédagogique à destination des

quincailleries spécialisées dans le réemploi et des centres de matériaux de construction.

Dans ce contexte, le projet d'étude a permis de révéler trois aspects cruciaux pour le bon fonctionnement d'un centre de réemploi de matériaux de construction. Le premier constat concerne le positionnement efficace des produits dans l'entrepôt, lequel est identifié comme étant essentiel pour une utilisation optimale de l'espace tout en garantissant la sécurité (voir [figure 20](#)).

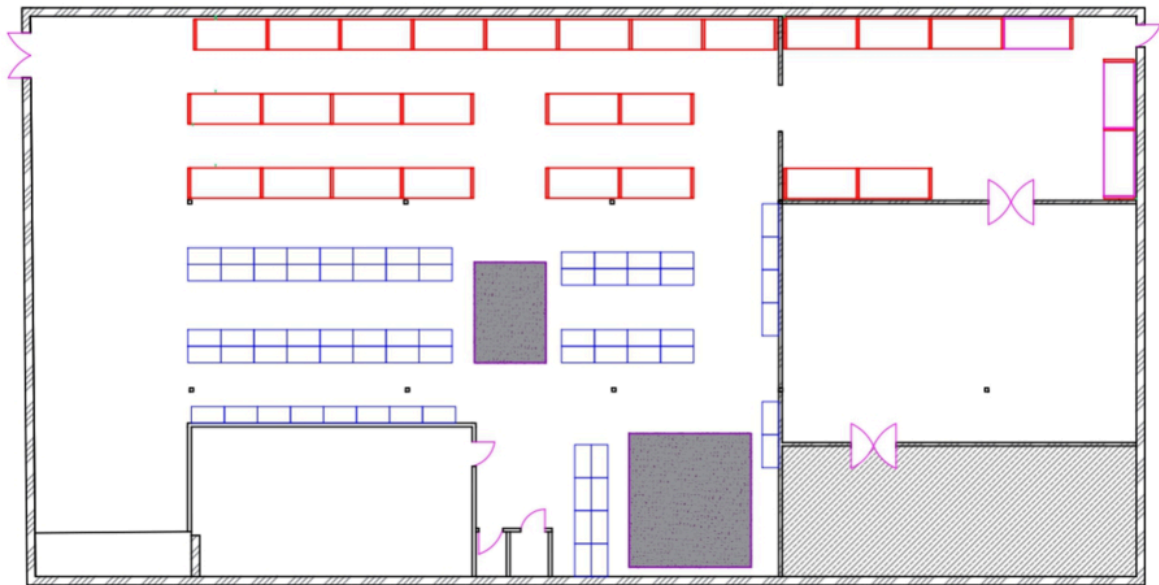


Figure 20 : Un nouveau plan d'aménagement pour le centre de réemploi

Le second constat est que l'optimisation de la logistique inverse dépend fortement de la qualité des données, notamment la quantité des produits ainsi que leurs caractéristiques principales (poids, volume, qualité, origine, par exemple) ce qui souligne davantage l'importance d'une collecte et d'une gestion précises des informations. En effet, une gestion précise des données permet de planifier le stockage par catégorie de produits, d'obtenir des informations standardisées et de créer des indicateurs de performance adaptés. Le troisième constat soutient que la mise en place d'indicateurs de performance clé (**KPI**) se révèle être un outil précieux pour suivre et évaluer les performances du centre de réemploi et permet ainsi une identification rapide des problèmes

éventuels. Ces **KPI** peuvent être en lien avec la gestion de la logistique interne et d'approvisionnement, les critères de vente et les performances environnementales.

Au regard de ces perspectives, une analyse complète, qui inclut la gestion de l'approvisionnement et les relations entre les chantiers et les centres de réemploi, est vivement conseillée. Il apparaît effectivement qu'une gestion facilitée de l'espace de l'entrepôt est essentielle pour optimiser les opérations de réemploi. En utilisant stratégiquement l'espace de stockage, l'entreprise peut améliorer la visibilité des produits, faciliter l'accès aux articles et optimiser l'efficacité de l'espace disponible. La combinaison d'une gestion efficace des données avec une gestion rigoureuse et sécurisée de l'espace d'entrepôt permettrait de réduire les coûts, d'améliorer la satisfaction client et de maximiser les bénéfices.

Le projet souligne la nécessité d'adopter des outils plus performants, tels que des processus automatisés et la numérisation des opérations, qui se font notamment par l'entremise de l'implémentation de WMS (Warehouse Management System) et de TMS (Transport Management System). Ces éléments clés soulignent l'importance de structurer et d'organiser la chaîne logistique pour atteindre une économie circulaire dans le secteur de la construction, et cela dès les premières étapes du cycle de vie des ouvrages jusqu'à leur déconstruction.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/logistique-interne-dun-centre-de-reemploi/>

3.3.3 Processus municipaux pour prolonger la durée de vie des bâtiments

Le projet de recherche, qui a été mené par François Dufaux (prof.), Laurent Gagné et Pierre-Olivier Bureau-Alarie (étudiants) de l'Université Laval et Entremise, en partenariat avec la Direction de l'aménagement de la Ville de Trois-Rivières, a étudié la **réutilisation adaptative** des bâtiments et leur potentiel de réemploi à l'échelle municipale. Ce projet s'est fondé sur une étude de cas sur la Ville de Trois-Rivières. Il s'est concentré sur deux problématiques principales :

- la stratégie immobilière face à la construction neuve, et
- l'identification des conditions favorables à la prolongation de la durée de vie, du réemploi ou de la destruction des bâtiments.

Une première expérience, menée à Trois-Rivières, s'est articulée autour des trois objectifs suivants :

1. cerner les modalités du processus d'occupation, de rénovation et de transformation du bâti existant,
2. illustrer ces modalités à travers des études de cas représentatifs, et
3. développer une trousse à outils opérationnels.

La collaboration des interlocuteurs de la Direction de l'aménagement et du **développement durable** de la ville de Trois-Rivières a contribué au succès du projet de recherche. Ces derniers ont transmis les informations nécessaires au projet (cadastre, propriétés, données sur les bâtiments, affectations du sol, zonage, **PIIA**, zone historique et fiches patrimoines) et facilité leur interprétation. Grâce aux données transmises par la Ville, l'équipe de recherche a pu faire une analyse statistique de 5 464 demandes d'autorisation de travaux situées sur le territoire central de Trois-Rivières durant la période 2016-2022. Cette étude statistique a conduit à une analyse détaillée de 19 cas d'étude totalisant 77 demandes. Enfin, l'analyse du croisement des données contextuelles sur les permis de la Ville transposées spatialement dans un logiciel **SIG** (Système d'Information Géographique) a servi de cadre de référence.

Les résultats de l'analyse des données municipales ont révélé des tendances surprenantes, notamment le faible taux des opérations de démolition complète, représentant 4 % des demandes de permis étudiées. Ces résultats se sont révélés assez différents des hypothèses de base, qui anticipaient un taux de démolition plus élevé. Un second résultat surprenant concerne le taux important des opérations de rénovations mineures, telles que les interventions sur l'enveloppe, qui représentent plus de 80 % des projets du secteur à l'étude. L'analyse des données a été conduite avec pour objectif d'identifier les freins et les leviers facilitant la réutilisation des bâtiments et, par extension, visant à réduire les émissions de GES et les impacts environnementaux.

L'équipe a également mené une étude qualitative et a sélectionné 19 interventions à analyser plus en détail.

L'analyse des études de cas a révélé que la qualité d'un projet de construction dépend de l'interaction et de l'équilibre entre six enjeux (voir [figure 21](#)) :

1. la rentabilité,
2. les réglementations,
3. les besoins,
4. la politique,
5. les savoirs, et
6. les valeurs.



Figure 21 : Exemple des relations entre les enjeux pour une opération donnée

Ces enjeux soulèvent des questions spécifiques dont le rôle des politiques gouvernementales dans la rentabilité, la place du bâti existant dans le cadre réglementaire, la définition des besoins en espaces, la dynamique des politiques municipales, la capacité d'intervention sur le bâti existant et la traduction des valeurs de développement durable en objectifs concrets. Cette approche permet ainsi de mieux illustrer les motivations pour des opérations de rénovation selon les affectations et les acteurs impliqués.

Les perspectives de recherches futures tendent vers une analyse qualitative plus approfondie, l'exploration de l'influence des parties prenantes locales et une extension du champ d'études aux politiques régionales et nationales. De plus, l'intégration de l'analyse du cycle de vie des bâtiments représente une piste prometteuse pour évaluer ces enjeux de manière plus exhaustive en quantifiant le potentiel de réduction des impacts environnementaux de telles rénovations.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/processus-municipaux-pour-prolonger-la-duree-de-vie-des-batiments/>

3.3.4 Rénovation circulaire d'un duplex

Le projet a été mené par le bureau Alexandre Landry Architecte en collaboration avec Bechara Helal (prof.) de l'Université de Montréal (UdeM) et Atelier ¾ Fort, Construction ¾ Fort, MLBA et Réco. Il explore la rénovation circulaire du bâti existant dans un contexte urbain à Montréal.

Il a pour objectif de concevoir un modèle de rénovation résidentielle circulaire reproductible qui soit capable de créer un impact social et environnemental positif par le biais de l'architecture.

Pour répondre à cela, plusieurs actions ont été entreprises, dont l'expérimentation d'un mode de construction circulaire, l'identification des obstacles et des opportunités à l'adoption de cette pratique, la documentation des apprentissages issus de la collaboration avec les experts du secteur et la création d'un projet démontrant la qualité des constructions issues du réemploi.

Bien que la rénovation circulaire du bâti existant puisse se déployer à l'aide de processus de réalisation et de stratégies d'intervention spécifiques, elle doit aussi composer avec certains enjeux incontournables, dont l'exigence des clients, la gestion de l'inconnu, le niveau de numérisation du secteur de la construction et le potentiel des chaînes d'approvisionnement circulaires. L'équipe s'est entre autres confrontée à plusieurs obstacles de recherche, dont la temporalité particulière du processus de construction — en opposition à l'échéancier du projet de recherche — et l'incertitude liée à l'état initial des bâtiments. À ces deux premiers obstacles s'est aussi ajoutée l'absence d'un protocole précis de prise de décision et le décalage entre les intentions de conception et les attentes des clients. Le projet s'est appuyé sur la revue de littérature sur les bâtiments adaptable menée par l'équipe du projet [Bâtiments adaptables et démontables](#).

Les principes et des stratégies de rénovation circulaire ont été identifiés, tels que :

- le refus de démolir,
- l'identification des éléments fixes,
- l'insertion dans l'existant,

- le découpage d'éléments existants et le dégarnissage,
- l'extension des ouvertures et,
- la prolongation de la durée de vie des matériaux par réutilisation, recyclage ou récupération.

La [figure 22](#) présente des exemples d'intervention circulaire.

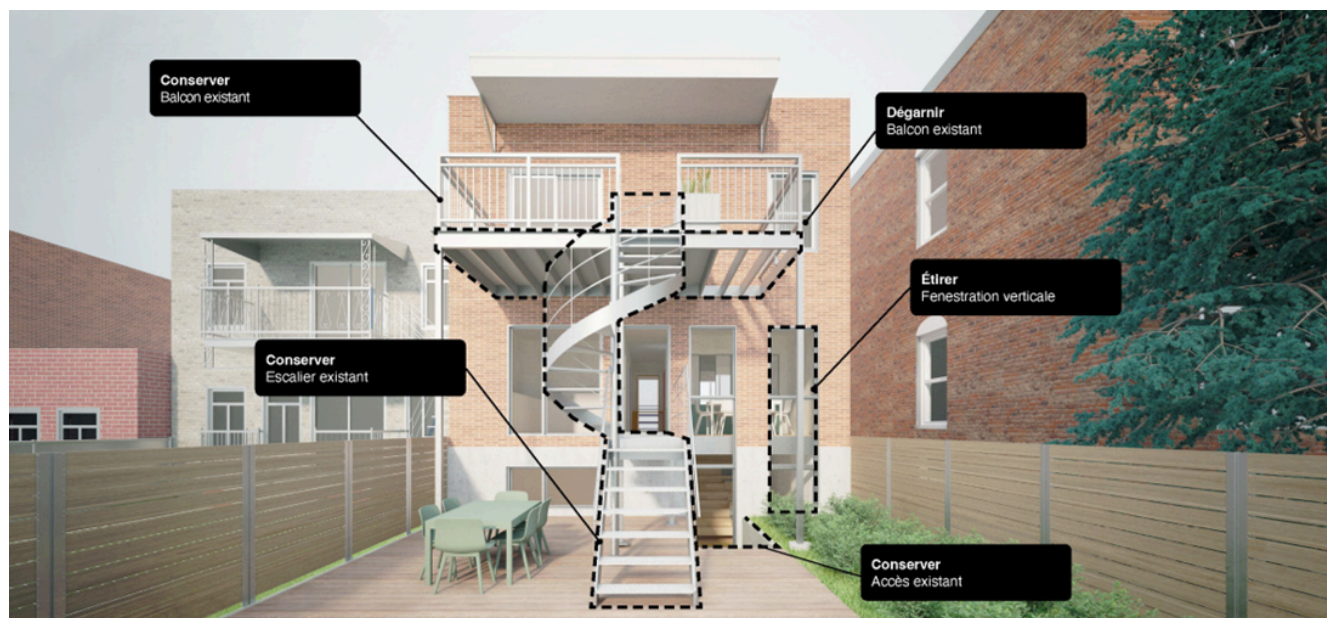


Figure 22 : Exemples d'interventions circulaires en façades

Grâce à l'expertise d'une équipe préétablie et intégrée de conception et de construction, le projet a pu profiter de la disponibilité de systèmes réemployés (menuiseries extérieures) pour mettre en œuvre certaines solutions identifiées dans la revue de littérature.

Les enseignements tirés du projet soulignent l'importance de sensibiliser les clients aux enjeux de l'économie circulaire du fait de leur rôle décisionnel en regard des contraintes budgétaires. Aussi, le projet d'expérimentation a éclairé les bénéfices du **processus de conception intégrée**, qui permet la mobilisation et la collaboration de l'ensemble des parties prenantes dès les prémices du projet. Enfin, le projet a mis en évidence l'importance de limiter les interventions sur l'existant à des stratégies spécifiques et de recourir aux chaînes d'approvisionnement circulaires en intégrant dès la conception les caractéristiques des matériaux issus du réemploi disponibles sur le marché.

Le projet a fait émerger trois résultats majeurs :

1. l'expérimentation d'un **processus de conception intégrée** (PCI) réunissant diverses expertises dès le début du projet pour optimiser les résultats et maximiser l'efficacité,
2. l'élaboration de principes et de stratégies d'économie circulaire basées sur les **10R** pour faciliter la rénovation résidentielle, et
3. l'identification des éléments favorisant ou freinant la rénovation circulaire, tels que les exigences des clients, la gestion de l'inconnu et l'importance de la numérisation et des outils de communication dans la construction.

En matière de perspectives de recherches futures, le projet propose d'explorer des formes de financement pour accompagner la rénovation circulaire. Une réflexion sur l'attribution d'une valeur aux matériaux récupérés devra également être explorée ultérieurement ainsi que la sensibilisation des architectes aux chaînes d'approvisionnement circulaires.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/renovation-circulaire-dun-duplex/>

3.3.5 Règlementation de la gestion des résidus de construction, rénovation et démolition

Le projet, porté par l'équipe de Cain Lamarre, en collaboration avec Fanny Tremblay-Racicot de l'École Nationale d'Administration Publique (ENAP), ainsi que des expertes du Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), de Valorisation Bernardin et de l'Association Béton Québec, vise à orienter une éventuelle réforme législative qui permettrait de lever, ou du moins de réduire, certains freins aux activités de réemploi et de **valorisation** des matériaux dans le secteur de la construction, de la rénovation et de la démolition. Depuis plusieurs années, ces matériaux se retrouvent en très

grande majorité à l'enfouissement au lieu d'être valorisés et la réglementation provinciale a été identifiée comme un frein au réemploi et à la valorisation par les parties prenantes du Lab.

Le projet a été un succès grâce à l'engagement remarquable des parties prenantes expertes en gestion des résidus **CRD** interrogées dans le cadre d'études de cas réels. Lors des entrevues, l'équipe a constaté une focalisation prédominante sur le recyclage au détriment du réemploi dans les processus analysés. Il a alors été possible de démontrer que les principaux freins à la valorisation des résidus ne sont pas tant d'ordre réglementaire, mais plutôt d'ordre culturel, ou autrement dit de perception. Une aversion relative aux risques qui sont liés au réemploi ou à des interprétations variables de la réglementation a notamment été identifiée comme un frein.

Le projet met aussi de l'avant l'existence d'outils administratifs pouvant favoriser le réemploi et la valorisation des résidus de CRD, tels que la déclaration de conformité et la **responsabilité élargie des producteurs**, qui est un outil réglementaire encore très peu développé au Québec.

En vue d'accélérer la transition circulaire du secteur et de favoriser le réemploi des résidus de CRD, l'équipe du projet a donc mis en lumière plusieurs recommandations :

1. la création d'une équipe spécifique d'analystes pluridisciplinaires au sein du MELCCFP partageant une vision cohérente de la circularité dans l'analyse et la délivrance des demandes d'autorisations ministérielles en lien avec les activités de valorisation,
2. intégrer le **cycle de vie** des matériaux résiduels dans l'analyse des demandes d'autorisations ministérielles, et
3. envisager d'élargir la responsabilité des entreprises de production de matériaux. Une implication politique plus marquée sera toutefois nécessaire afin de parvenir à concrétiser ces trois recommandations.

L'amélioration des connaissances des agents du ministère sur le réemploi représente un levier d'action concrète. Par extension à cela, l'équipe de recherche suggère des pistes de réflexion à explorer pour accélérer la transition circulaire au Québec, soit la modification de la définition législative de « matière résiduelle », l'augmentation substantielle du coût d'enfouissement et l'intégration d'un cadre légal complet en amont des projets pour établir de meilleures pratiques sur le terrain.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/reglementation-de-la-gestion-des-residus-de-construction-renovation-et-demolition-crd/>

Lire la suite : [3.4 Donner une nouvelle vie aux matières](#)

3.4 DONNER UNE NOUVELLE VIE AUX MATIÈRES

3.4.1 Tri à la source sur chantier (Écotri)

La Municipalité régionale de comté (MRC) Brome-Missisquoi, comme beaucoup d'autres instances municipales au Québec, est confrontée à un défi majeur : l'absence de ressources dédiées au tri ou à la récupération des résidus de **CRD**, ce qui conduit à l'**enfouissement** direct de ces résidus. Cette situation alarmante est en contradiction avec les objectifs de valorisation fixés par la Politique québécoise de gestion des **matières résiduelles**. Face à ces enjeux, Transport Désourdy a initié un projet pilote de tri à la source des résidus de CRD sur chantier dans l'optique de maximiser le réemploi et la valorisation des matériaux triés, accompagné par une équipe de recherche d'HEC (Emmanuel Raufflet, prof., et Marie-Dominique Côté, étudiante.)

De manière plus concrète, ce projet a quatre objectifs :

- proposer des formations, des outils et des équipements pertinents et adaptés aux travailleurs sur chantiers,
- évaluer l'efficacité des mesures de tri et du potentiel réemploi,
- documenter la faisabilité de collecte sélective municipale sur les chantiers, et
- formuler des recommandations quant à la sensibilisation et à la formation des employés de chantier, le choix des équipements et des procédures de tri.

Pour y parvenir, l'impact des initiatives d'encadrement sur l'adhésion des travailleurs et la qualité du tri effectué a été analysé sur différents types de chantiers du territoire de la ville de Bromont. Cette analyse a été documentée et permet aujourd'hui d'envisager la faisabilité et la rentabilité environnementale de l'initiative et plus particulièrement la reproductibilité du modèle à d'autres municipalités et régions.

Le succès du projet repose notamment sur la participation engagée des travailleurs et le soutien des partenaires du recyclage, de même que sur des leviers opérationnels mis en place par Transport Désourdy. Parmi ces leviers, il apparaît essentiel de fournir aux travailleurs la formation, les outils et les équipements adaptés

afin de pouvoir observer de réels changements de comportement et les accompagner en ce sens. Plusieurs équipements ont ainsi été conçus spécifiquement afin d'être utilisés sur les chantiers, comme des conteneurs compartimentés en trois sections et des bacs de tri mobiles ayant des capacités et destinations différentes (déchets compostables, déchets domestiques dangereux, etc.), tel que montrés à la [figure 23](#).



Figure 23 : Installation d'un conteneur compartimenté et de la signalétique associée

Ces équipements ont permis de faciliter le tri des matériaux de façon sécurisée et adaptée aux contraintes réelles des chantiers. Afin d'assurer une bonne adhésion au projet, des séances de formation ont également été organisées pour expliquer les nouvelles procédures, répondre aux questions et établir un lien de confiance avec les travailleurs. Une ligne téléphonique de soutien a également été mise en place pour soutenir le personnel de chantier.

Les résultats obtenus témoignent de l'efficacité du projet :

- 14 entreprises réparties à travers 29 chantiers ont participé, ce qui a permis de réduire significativement la contamination des matériaux grâce au tri à la source.
- Les procédures mises en place se sont traduites en une diminution de 75 % des résidus CRD envoyés à l'enfouissement et,

- dans le cas des chantiers de constructions neuves, cette réduction s'est élevée jusqu'à 80 %.
- L'initiative a aussi permis de réduire de 24 % les émissions de gaz à effet de serre.

Afin de pérenniser le service de tri à la source chez Transport Désourdy, le projet a souligné plusieurs perspectives de développement futures, notamment le développement d'une **filière** de recyclage du gypse en collaboration avec CertainTeed Canada et d'un guide méthodologique pouvant être généralisé à l'ensemble des territoires du Québec. L'objectif de ces perspectives est de reproduire le succès du projet à plus grande échelle.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/tri-a-la-source-sur-chantier-ecotri/>

3.4.2 Démantèlement des portes et fenêtres en vue du recyclage

Mathias Glaus (prof.), Maël Lahmar et Domitille Belz (étudiants) de l'ÉTS et Synergie Économique Laurentides ont collaboré avec Recyclage Boreaxe et Interaction au travail afin de tester la mise en place de plateformes de démantèlement des portes et fenêtres issues de la déconstruction.

L'initiative a mobilisé des acteurs locaux tout au long de la chaîne de valeur pour développer une démarche de valorisation des produits en fin de vie. En effet, certaines portes et fenêtres issues de la déconstruction ne correspondant pas aux exigences de la **filière** réemploi. En démantelant et séparant les différents éléments les composant (verre, bois, PVC, métal...), ceux-ci peuvent alors intégrer des filières de recyclage, ce qui permet de réduire les résidus envoyés à l'enfouissement.

À cette fin, le projet a trois objectifs :

- caractériser des scénarios possibles pour chaque territoire à l'étude,

- documenter les étapes de déploiement des plateformes et évaluer leur performance opérationnelle, et
- diffuser des apprentissages auprès des parties prenantes concernées à travers une revue critique des cas d'étude.

L'équipe de recherche a documenté le processus de démantèlement afin d'évaluer la faisabilité technique et économique de cette filière de circularisation des matériaux (voir [figure 24](#)).

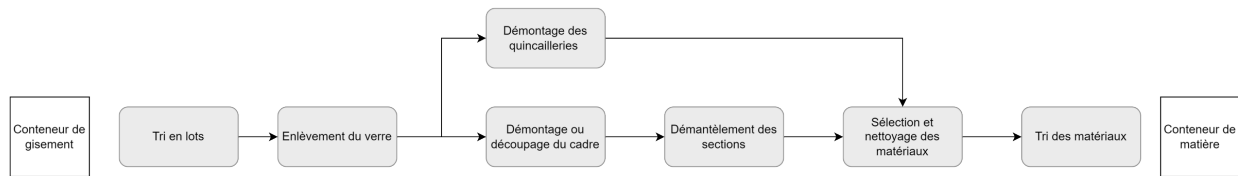


Figure 24 : Organisation de la ligne de démantèlement

L'expérience des travailleurs en **déconstruction** pour améliorer l'efficacité des processus et la collecte en écocentre fournissant un grand nombre d'échantillons pour le démantèlement ont été essentielles dans la réalisation du projet.

Pour les deux sites pilotes testés, chez Recyclage Boreaxe et Interaction au travail dans les Laurentides, plus de mille unités ont été démantelées, ce qui a permis de réduire de 85 % les matériaux enfouis en plus de pouvoir développer un outil de suivi de la quantité démantelée.

Plusieurs freins ont toutefois été rencontrés durant la réalisation du projet, notamment le faible prix des matières récupérées, la complexité de la séparation des matériaux et le besoin de **massification des gisements** pour optimiser les coûts de transport. Bien que les résultats du projet aient permis de démontrer la faisabilité technique du démantèlement des portes et fenêtres, l'opération n'est pas rentable dans sa forme actuelle. La mise en place d'une filière dépend de conditions logistiques, normatives et financières et du contexte local de recyclage. Par ailleurs, les défis en termes de démantèlement restent nombreux, notamment le fait que la plus-value effectuée grâce à la revente des matériaux demeure trop faible pour compenser les coûts d'opération de la plateforme. Pour cette raison, il sera nécessaire de trouver un équilibre entre les critères opérationnels suivants : précision du démantèlement, conditions minimales pour le recyclage et rapidité d'exécution.

Pour implanter efficacement ce genre de filière, il sera impératif à l'avenir d'améliorer la rentabilité en réduisant les coûts d'opération ou en augmentant le prix de reprise, d'explorer les gisements postproduction

auprès des fabricants de portes et fenêtres et d'évaluer les cadres réglementaires favorisant l'exploitation des gisements.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/demantelement-des-portes-et-fenêtres-en-vue-du-recyclage/>

3.4.3 Rénovation de bâtiments administratifs et valorisation des matériaux

La direction de la Gestion des immeubles d'Hydro-Québec est engagée dans la réfection de plusieurs de ses bâtiments administratifs, y compris une rénovation majeure de l'intérieur de son siège social. Cette dernière s'inscrit dans une démarche réflexive sur les processus de revalorisation et d'optimisation des matériaux au sein de l'entreprise et représente une opportunité de mettre en œuvre une démarche de réemploi des matériaux générés par les travaux afin de réduire les **émissions de GES** et le recours aux ressources nouvelles.

Le projet de recherche, porté par Hydro-Québec avec Emmanuel Raufflet (prof.) et Augustin Fanier (étudiant) d'HEC, et Mathias Glaus (prof.) de l'ÉTS, a trois objectifs majeurs :

- documenter un processus de mise en œuvre du réemploi dans les projets de rénovation d'immeubles de bureaux et identifier les obstacles et facteurs de réussite,
- développer un outil pour recenser les flux de matières dans un projet de rénovation pour permettre de dresser un bilan prétravaux des matériaux générés et de cibler les mesures de réemploi/revalorisation, et
- mesurer les pourcentages de réemploi, de recyclage et autres taux pertinents pour les rapports de gestion des **matières résiduelles**.

Pour atteindre ces objectifs, un processus de mise en œuvre du réemploi dans la rénovation de trois immeubles de bureaux d'Hydro-Québec, dont son siège social, a été proposé.

Ce processus comprend quatre étapes :

1. l'inventaire prédéconstruction,
2. la conception,
3. les travaux, et
4. les bilans.

Plusieurs obstacles au réemploi des matières ont été mis en évidence lors de la phase d'inventaire tels que : le trop grand investissement de temps pour compléter la collecte des données sur les gisements, l'incertitude des premiers inventaires et le manque d'outils adéquats. Aussi, lors des phases de travaux et bilans, il est apparu que la logistique de mise en œuvre des mesures prévues, la coordination avec les repreneurs et le suivi des futurs usages des matières résiduelles représentent des enjeux majeurs.

Au cours du projet, les inventaires et l'évaluation des flux de matières des trois immeubles de bureaux ont permis d'identifier **la laine isolante, le gypse et les carreaux acoustiques de plafond** comme matériaux critiques.

Le projet a donc visé à mettre en évidence les opportunités et barrières liées au réemploi ou au recyclage de ces trois matériaux.

- Le réemploi du **gypse** n'est pas envisageable en raison de sa fragilité et de sa faible valeur économique, bien que des pistes d'**écoconception** des produits en gypse puissent être envisagées et développées par les fournisseurs de matériaux pour faciliter leur réemploi en fin de vie utile.
- Pour les **carreaux acoustiques**, le recyclage reste la solution la plus avantageuse économiquement dans le contexte québécois, des solutions techniques de valorisation étant par ailleurs disponibles en France par exemple.
- Quant à la **laine de verre**, son réemploi est limité par le manque de marché et de données sur le maintien de ses performances acoustiques.

L'équipe du projet recommande d'ailleurs d'expérimenter le réemploi interne des tuiles de plafond et de la laine de verre dans un bâtiment d'Hydro-Québec afin de pouvoir valider empiriquement les propositions formulées dans ce projet de recherche. Aussi, il serait possible de prioriser le réemploi externe des carreaux acoustiques de plafond, notamment grâce à des plateformes de dons ou de revente de seconde main. D'autre part, il est recommandé que les recycleurs incitent et encouragent au recyclage du gypse en s'inspirant notamment

du modèle français. Le gypse apparaît en effet être le matériau le plus problématique en ce qui concerne le réemploi.

En conclusion, cette étude a souligné l'importance fondamentale de quantifier les flux de matières résiduelles sur les chantiers afin de guider les initiatives de réemploi ou de recyclage à mettre en œuvre. Elle a également mis en évidence que les coûts d'enfouissement trop faibles contribuent à retarder l'émergence et la mise en place de nouvelles solutions de valorisation.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/ressource/analyse-du-processus-de-valorisation-des-matériaux-et-recommandations-d'optimisation/>

3.4.4 Valorisation des bardeaux d'asphalte post-consommation (BAPC)

Le projet, mené par Jean-Claude Carret (prof.), Alan Carter (prof.), Michel Vaillancourt (prof.) du Laboratoire sur les Chaussées et Matériaux Bitumineux (LCMB) basé à l'ÉTS et de leurs étudiants, se penche sur la valorisation du bardeau d'asphalte postconsommation (**BAPC**) dans des matériaux de **chaussées non revêtues**. Il a été appuyé par la Régie Intermunicipale de Traitement des Matières Résiduelles de la Gaspésie (RITMRG) et le Groupe Bauval.

Le bardeau d'asphalte postconsommation est un matériau issu de la démolition ou de la réhabilitation des toitures des bâtiments. Environ 250 000 tonnes de BAPC sont produites annuellement au Québec. Bien que selon la réglementation du Ministère des transports et de la mobilité durable (MTMD) le BAPC puisse être utilisé à hauteur de 5 % de masse dans certains enrobés bitumineux, sa valorisation demeure peu courante au Québec et est actuellement limitée à la valorisation énergétique comme combustible alternatif pour des cimenteries. De ce fait, l'enfouissement du BAPC demeure toujours prévalent de nos jours (voir [Figure 25](#)¹).

1. **RECYC-QUÉBEC**. (2020). *Étude sur la mise en marché et la gestion de fin de vie des revêtements de toitures*. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/etude-revetements-toitures-2020.pdf>

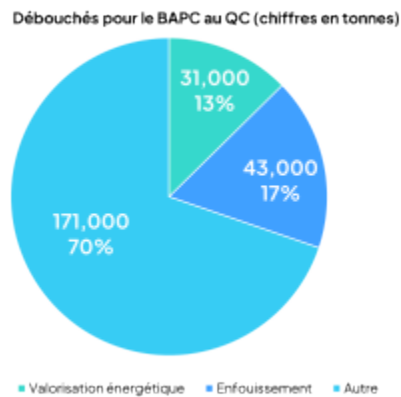


Figure 25 : Débouchés pour les bardeaux d'asphalte post-consommation au Québec

L'objectif du projet est de réutiliser le BAPC comme matériau de recouvrement pour les **chaussées non revêtues** ou endommagées dans l'optique de contribuer à réduire les défauts de surface et à améliorer la sécurité et le confort des usagers de la route. Pour ce faire, ce projet vise à développer un matériau de **microsurfaçage** à partir de BAPC reconditionnés. La RITMRG dispose d'un gisement important de bardeaux d'asphalte majoritairement envoyé à l'enfouissement. C'est elle qui a donc pu fournir du BAPC broyé à l'équipe de recherche pour soutenir l'expérimentation du projet.

Dans une perspective de répondre aux enjeux environnementaux et de transition circulaire du secteur, le projet a d'abord visé à développer un enrobé avec une formulation à froid afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation énergétique de production du matériau. Cependant, des difficultés sont survenues lors de la formulation d'un matériau à froid, notamment en raison de problèmes liés à l'émulsion de bitume. Aussi, l'industrie des travaux routiers a montré peu d'intérêt pour les matériaux formulés à froid et pour l'utilisation du BAPC. Cela a donc remis en question la pertinence d'une formulation à froid.

Des essais de formulation standard (à chaud) ont par la suite été réalisés en laboratoire pour développer un enrobé performant. Afin que cet enrobé puisse être applicable à la réalité terrain, il a été nécessaire de tester s'il était faisable de le produire à l'échelle industrielle. Cette étape a été rendue possible grâce à la participation de l'entreprise Bauval, qui a permis la réalisation de mélanges à chaud en centrale d'enrobés.

Les constats issus du projet ont souligné que la valorisation du BAPC dans les chaussées est techniquement possible. Elle est toutefois entravée par des obstacles réglementaires et économiques, notamment le manque d'intérêt des entreprises de travaux routiers pour la formulation à froid. Les résultats obtenus ont montré que l'incorporation de BAPC dans les enrobés est réalisable et ses teneurs peuvent atteindre jusqu'à 10 % dans le cas de la formulation d'un enrobé à chaud, la limite d'incorporation de BAPC des technologies actuelles des centrales étant de 10 à 15 %. De plus, l'utilisation de BAPC a un impact positif direct sur l'environnement, car il permet de réduire la quantité de bitume neuf nécessaire.

Des essais en conditions réelles ont permis de valider ces résultats, ce qui laisse penser qu'il serait possible

d'appliquer cette approche à grande échelle. Pour l'avenir, il est recommandé de créer un groupe de travail réunissant tous les acteurs de la chaîne de valeur du BAPC, d'approfondir les études en laboratoire et de proposer des modifications réglementaires pour favoriser une meilleure structuration de cette **filière** circulaire.

Cette structuration pourrait ainsi faciliter l'intégration systématique de BAPC dans les enrobés, à hauteur de 3 à 5 %, tel qu'il est autorisé dans la réglementation du MTMD. Cela permettrait de valoriser l'intégralité du BAPC généré chaque année, tout en réalisant des économies de bitume significatives d'environ 10 000 tonnes, équivalentes à environ 2-3 % de la consommation annuelle au Québec.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/valorisation-des-bardeaux-dasphalte-post-consommation-bapc/>

3.4.5 Intégration des granulats bitumineux recyclés (GBR) dans les travaux routiers

Le projet de recherche s'est intéressé à la valorisation des Granulats Bitumineux Recyclés (**GBR**), lesquels sont les déchets produits par le planage des couches d'enrobés bitumineux dans les travaux routiers municipaux. Il a été mené par Éric Lachance-Tremblay (prof.), Diego Ramirez Cardona (prof.), et Michel Vaillancourt (prof.) de l'ÉTS, en partenariat avec la municipalité de Saint-Hippolyte. Le projet a pour but de généraliser et standardiser l'utilisation des GBR dans les travaux routiers municipaux au Québec, à hauteur de plus de 20 %. En effet, l'utilisation des GBR dans la production d'enrobés bitumineux neufs permettrait de réduire la production de déchets et les **émissions de gaz à effet de serre**, impliquant ainsi deux bénéfices environnementaux notables. Cependant, au Québec, cette pratique demeure variable et elle est souvent entravée par le manque de référentiel adapté au contexte local.

Le projet a ainsi deux objectifs principaux :

1. assister la municipalité de Saint-Hippolyte dans la vérification et la validation technique des matériaux, et dans l'intégration d'au moins 30 % de GBR dans le cadre d'un projet routier pilote, et

2. réaliser une étude de caractérisation des performances mécaniques des enrobés bitumeux à fort dosage en GBR.

Pour cela, un recueil historique des usages et une étude comparative des pratiques au Québec en matière d'utilisation des GBR ont été réalisés. Le recueil illustre les évolutions dans la réglementation concernant le taux de GBR permis dans les enrobés bitumineux. Une diminution progressive s'est faite à partir de 2009, avec un maximum de 15 % de GBR autorisé pour certains cas d'usage, alors que le taux permis en 1986 était de l'ordre de 60 %. Aussi, le projet a mis en évidence des disparités entre les villes québécoises : alors que certaines sont restrictives, d'autres le sont moins, comme c'est le cas de Montréal. De même, certaines villes et certains états frontaliers étasuniens qui ont des contextes climatiques similaires à celui du Québec sont plus progressistes sur les taux autorisés. Cette analyse a ainsi permis de mettre de l'avant la présence de lacunes existantes, et les opportunités de développement qui en découlent.

La complémentarité des analyses en laboratoires et de la mise en œuvre sur le terrain a permis d'apporter une compréhension complète sur les performances mécaniques des enrobés à fort taux de GBR, cela plus particulièrement sur la résistance à l'orniérage, la résistance à la fissuration thermique et la tenue à l'eau. D'un point de vue opérationnel entre la municipalité et l'entrepreneur, l'approche s'est basée la définition précise des spécifications des exigences selon une approche de type « performance », ainsi que sur une caractérisation rigoureuse à l'étape de la conception et lors de la réalisation des travaux (voir [figure 26](#)).

Essai	Méthode d'essai	Exigences		
Résistance au retrait thermique empêché	AASHTO TP10-93	< ou = -34,0 °C		
Résistance à l'orniérage sur plaques de 50 mm, 60 °C, 30 000 cycles	LC 26-410	< ou = 15 %		
Aptitude au compactage à la presse à cisaillement giratoire	LC26-003	10 girations	80 girations	200 girations
		> ou = 11,0 %	4,0 – 7,0 %	> ou = 2,0 %
Tenue à l'eau (TSR)	AASHTO T283	> ou = 85,0 %		

Figure 26 : Exigences pour les essais réalisés sur les enrobés à fort taux de GBR

Toutefois, plusieurs freins ont été rencontrés tout au long du projet malgré les efforts déployés et la volonté initiale de rédiger un guide de référence dans l'usage des GBR pour les projets routiers municipaux au Québec. Parmi ces freins se trouvent notamment des lacunes qui ont été observées quant à la compréhension, l'interprétation des clauses et la prise en compte des spécificités du projet par l'entrepreneur, ce qui a souligné le besoin d'une approche davantage collaborative entre le donneur d'ouvrage et l'entrepreneur responsable des travaux, dès la phase d'appel d'offres.

D'un point de vue technique, les constats issus du projet mettent en évidence la nécessité d'une flexibilité dans la formulation des enrobés à base de GBR, ce qui implique d'avoir une marge de manœuvre face aux exigences de performances pour compenser la dégradation liée aux usages et aux conditions météorologiques. Par ailleurs, l'avancement dans la recherche requiert d'assurer l'imperméabilité et la résistance des enrobés face aux fissurations thermiques et à l'orniérage. La qualité a ainsi dû être vérifiée en deux étapes, l'une en laboratoire et l'autre sur le terrain, afin de réduire les écarts de performance.

Un autre constat est le manque de ressources temporelles des services techniques des villes pour pouvoir faire face aux exigences supplémentaires qui découlent de l'utilisation de nouveaux matériaux. Aussi, il y a un besoin urgent de sensibiliser le secteur de la construction québécois sur les avantages et défis liés à l'utilisation de matériaux recyclés. Une attention particulière doit également mettre l'accent sur les pratiques communes des entrepreneurs de taille moyenne qui représentent la majorité des entrepreneurs au Québec. En effet, il a été constaté un manque d'analyse détaillée des projets auxquels les entrepreneurs répondent. Ces derniers ont tendance à fournir des devis d'appel d'offres standard sans tenir compte des particularités de chaque projet.

Cette pratique est peut-être liée à la contrainte de rentabilité des entreprises et compromet la durabilité des initiatives de construction.

Afin de « démarginaliser » l'usage des GBR, il sera nécessaire à l'avenir de définir préalablement le rôle de chaque partie prenante, en particulier dans le cadre de projets pilotes, et de favoriser leur proactivité. Une collaboration accrue entre les **donneurs d'ouvrage** et les entrepreneurs favoriserait le déploiement des enrobés contenant un fort taux de GBR. De même qu'il convient de s'écarter des modèles conventionnels d'appels d'offres, en intégrant dans ces derniers une approche basée sur la performance des matériaux souhaitée plutôt que prescriptive. Enfin, il apparaît nécessaire qu'il y ait un changement de mentalité de la filière de construction routière, en quittant l'objectif ultime de la rentabilité absolue par des projets à la chaîne. Pour y parvenir, une sensibilité à l'économie circulaire et à la collaboration pourra être assurée par le partage et l'émergence de projets pilotes, qui permettront d'augmenter la connaissance et la compréhension des bénéfices de l'utilisation des GBR.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/integration-des-granulats-bitumineux-recycles-gbr-dans-les-travaux-routiers/>

Lire la suite : [3.5 Projets transversaux](#)

3.5 PROJETS TRANSVERSAUX

3.5.1 Métabolisme urbain du secteur de la construction de Montréal

Une étude initiée par Claudiane Ouellet- Plamondon (prof.), Annie Levasseur (prof.), Marie Vigier (étudiante), Thomas Elliot (postdoctorant) de l'ÉTS en collaboration avec la Ville de Montréal a été menée pour évaluer l'impact environnemental du secteur de la construction et analyser le **métabolisme urbain** montréalais. Cette étude s'intéresse au secteur de la construction à Montréal qui, comme dans d'autres villes, joue un rôle prépondérant dans la consommation de ressources.

L'analyse du métabolisme urbain liée au secteur de la construction représente un outil de mesure complet et dynamique pour accompagner les décideurs urbains dans l'élaboration de plans d'action d'économie circulaire dans le domaine de la construction. Cet outil intègre les flux entrants et sortants de la ville conjointement à l'évaluation des indicateurs d'impacts environnementaux tels que l'empreinte hydrique, écologique et carbone. Cette approche permet de quantifier les matériaux consommés par le secteur, d'évaluer leur circularité et les impacts environnementaux associés, tout en visualisant leur évolution dans le temps. Par le biais de différents scénarios modélisés, il est alors possible d'identifier les pratiques les plus efficaces pour réduire l'impact environnemental du secteur de la construction. Ce dernier point est d'ailleurs le fondement de l'objectif général du présent projet de recherche.

Celui-ci comporte également quatre objectifs précis :

1. quantifier les flux de matériaux de construction à Montréal sur une période d'un an,
2. quantifier les impacts environnementaux générés par ces flux en regard de différents indicateurs et d'une **ACV**,
3. analyser le lien entre impacts environnementaux et circularité, et
4. déterminer le potentiel de mitigation environnementale de certaines **stratégies circulaires**.

L'équipe de recherche a développé au préalable un modèle de **métabolisme urbain** dynamique et prospectif

puis l'a appliqué au secteur de la construction de la Ville de Montréal (voir [Figure 27](#)¹). Le manque de disponibilité des données concernant les flux de matériaux et la difficulté à adapter des données nationales à l'échelle locale de Montréal ont été un des enjeux majeurs dans la réalisation du projet.

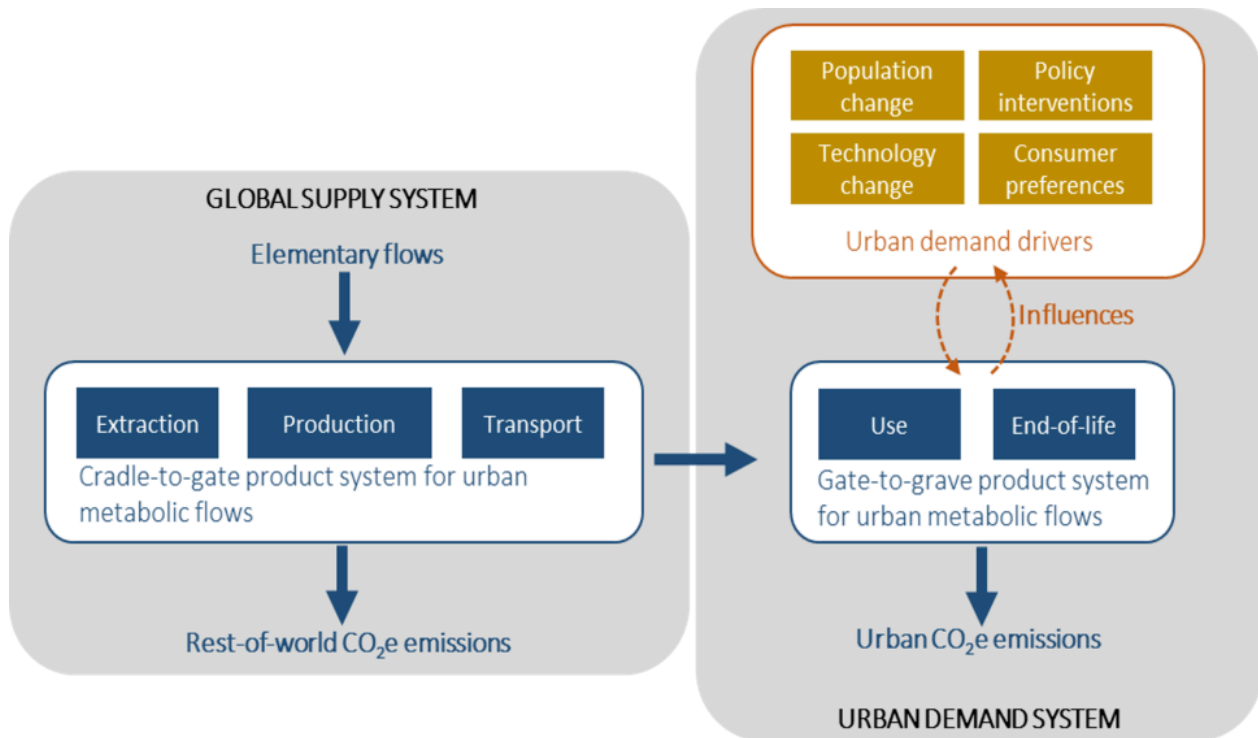


Figure 27 : Modélisation dynamique d'un métabolisme urbain

Le projet a tout de même pu mettre en exergue plusieurs constats :

- L'augmentation de l'**indice de circularité** des matériaux de construction entraîne des réductions d'impacts environnementaux qui peuvent se manifester en dehors du territoire où les matériaux sont utilisés ;
- Les impacts varient en fonction des lieux de production et d'utilisation des matériaux.

1. Elliot, D., & Levasseur, A. (2022). System dynamics life cycle-based carbon model for consumption changes in urban metabolism. *Ecological Modelling*, 456, 109714. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.109714>

Toutefois, une approche équilibrée et contextualisée, voire systémique, est nécessaire pour éviter des augmentations d'impacts environnementaux localement. De plus, il convient de souligner que même avec un indice de circularité très élevé, une forte demande en matériaux vierges peut subsister en raison de la croissance future, ce qui met en évidence la complexité des interactions entre circularité et croissance économique.

En conclusion, le projet a démontré la pertinence du modèle de métabolisme urbain dynamique et prospectif pour étudier l'impact de stratégies circulaires sur des indicateurs d'impact environnemental (empreinte hydrique, écologique, carbone...) de la région de Montréal. Le scénario d'augmentation de la circularité des flux du secteur de la construction a également mis en lumière des bénéfices importants pour toutes les catégories d'impacts par rapport au scénariocroissance économique traditionnel. Dans une perspective de pérennisation et de déploiement du modèle à d'autres municipalités, les futures recherches devront affiner les données de flux de matière à l'échelle des municipalités et décomposer les chaînes de valeur des matériaux.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/metabolisme-urbain-du-secteur-de-la-construction-de-montreal/>

3.5.2 Pouvoirs municipaux et circularité

Le projet, mené par Cain Lamarre, en partenariat avec Ismaël Ouatarra et Marc-J Olivier (prof.) du Centre universitaire de formation en environnement et développement durable (CUFE) de l'Université de Sherbrooke et du Centre de Transfert technologique en Écologie Industrielle (CTTEI), en collaboration avec Fanny Tremblay-Racicot de l'École nationale d'administration publique (ENAP), vise à identifier les défis et opportunités pour accroître la circularité des matériaux de **CRD** grâce aux pouvoirs municipaux. L'équipe a consulté huit municipalités impliquées dans le projet [Villes et régions circulaires](#), une initiative du National Zero Waste Council, de la Fédération canadienne des municipalités, du Recycling Council of Alberta et de RECYC-QUÉBEC², pour prioriser et travailler sur des pistes d'action concrète favorisant la circularité à l'échelle municipale. À l'issue de cette analyse, une liste d'actions a été proposée pour que les municipalités puissent, dans le cadre réglementaire actuel, favoriser l'économie circulaire.

Bien que les municipalités possèdent des outils de gestion des résidus de CRD, les incitatifs financiers et

2. National Zero Waste Council, Fédération canadienne des municipalités, Recycling Council of Alberta, & RECYC-QUÉBEC. (n.d.). *Villes et régions circulaires*. <https://canadiancircularcities.ca/>

réglementaires visant à réduire la quantité de déchets à la source sont peu déployés. Le secteur bénéficierait de normes réglementaires et d'incitatifs pour promouvoir l'économie circulaire.

Le projet s'inscrit dans le cadre juridique applicable aux municipalités québécoises et permet donc de proposer des solutions concrètes, applicables dès maintenant, favorisant l'économie circulaire dans le secteur CRD, notamment par l'adoption de règlements ou la mise en place d'incitatifs. Afin d'aboutir à des **actions concrètes et réalisables** dans le cadre réglementaire actuel et répondant aux besoins des municipalités, le projet s'est déroulé en **trois étapes**.

Lors de la **première étape**, une analyse des interventions existantes au Québec a été menée. Cette étape a abouti à un sommaire de mesures réglementaires. L'analyse se base sur la réglementation et la législation québécoises, ainsi que sur les règlements adoptés par certaines municipalités québécoises et hors Québec. Les résultats montrent que les municipalités ont divers pouvoirs pour favoriser la circularité des matériaux dans le secteur des CRD, notamment par des dispositions réglementaires, des mesures incitatives et des mesures d'écofiscalité. Elles ont des compétences en aménagement et urbanisme, incluant la régulation de la construction, de l'entretien et de la démolition des bâtiments, et peuvent adopter des règlements flexibles (usages conditionnels). Elles peuvent aussi accorder des aides financières pour la revitalisation de milieux existants, avec des programmes de rénovation. De plus, les municipalités gèrent les **matières résiduelles** via des plans de gestion des matières résiduelles (PGMR), qui orientent les initiatives locales. Bien que les lois québécoises et les règlements municipaux n'intègrent pas explicitement la terminologie de l'**économie circulaire**, des mesures favorisant la circularité existent, telles que l'incitation à utiliser des matériaux de réemploi, recyclés ou écoresponsables, à favoriser les rénovations, à intensifier l'usage des bâtiments municipaux, à favoriser les partenariats avec des entreprises d'économie sociale, à encadrer les démolitions, à valoriser les résidus CRD, et à établir des partenariats et élaborer une liste d'actions pour les villes. Ainsi, malgré l'absence de l'économie circulaire dans le droit, une variété d'outils est à disposition des municipalités pour évoluer vers un modèle d'économie circulaire dans le secteur des CRD.

La **seconde étape** du projet de recherche concerne une enquête par questionnaire et entrevues avec six villes participantes, identifiées lors de la première édition de Villes et Régions circulaires . Le questionnaire aborde :

1. les réalités réglementaires et les mesures d'encadrement appliquées,
2. les initiatives municipales et les projets pilotes en cours, achevés ou prévus,
3. les leviers de chaque ville et les défis rencontrés dans leur exécution.

Les entrevues ont révélé que plusieurs actions et initiatives sont encore au stade de planification. Ces deux

méthodes de recherches réalisées successivement ont permis de mettre en lumière plusieurs constats, dont le manque d'usage des leviers d'action existants, la prédominance des pratiques de démolition sur celles de déconstruction et le manque de mesures incitatives ou dissuasives pour améliorer la gestion des résidus de CRD.

Les villes participantes rencontrent plusieurs obstacles dans la réduction et la gestion des résidus tels que :

- la volonté politique insuffisante,
- le tri à la source difficile,
- le manque de débouchés locaux,
- des défis économiques pour les entreprises et promoteurs,
- le manque de ressources pour les inspections,
- la démolition prédominante et,
- la dépendance sur les initiatives environnementales citoyennes.

Enfin, la **troisième étape** du projet s'est matérialisée par un atelier participatif en vue d'élaborer une liste d'actions pour les villes. Lors de cet atelier, trois actions principales ont été travaillées par les villes. Elles concernent :

- l'institutionnalisation de la **déconstruction** des bâtiments municipaux,
- l'obligation de dépôt de frais de gestion des déchets remboursables selon le **taux de récupération** et
- l'imposition de taux de récupération lors de la déconstruction.

Ces actions permettent d'identifier les bénéfices, les alignements avec les politiques publiques et les barrières à lever pour leur mise en œuvre.

À l'issue de ce travail, quatre catégories d'actions prioritaires sont identifiées (chacune contenant de trois à sept actions) :

1. utiliser le permis de construction et de démolition comme levier de circularité,
2. décourager l'**enfouissement**,
3. favoriser la déconstruction et le tri sur chantier, et
4. allonger la durée de vie des bâtiments.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/pouvoirs-municipaux-et-circularite/>

3.5.3 Économie circulaire à l'échelle d'un quartier

L'étude a examiné les stratégies d'économie circulaire applicables au développement urbain dans le secteur de Lachine, LaSalle et Ville Saint-Pierre à Montréal. Elle a été menée par une équipe interdisciplinaire constituée de Claudiane Ouellet-Plamondon (prof.) de l'École de technologie supérieure, Daniel Pearl (prof.) de l'Université de Montréal, Cécile Bulle (prof.) et Camille Chabas (étudiante au doctorat) de l'Université du Québec à Montréal, ainsi que leurs étudiants. Elle s'inscrit dans une volonté de promouvoir des pratiques durables mises en œuvre à l'échelle d'un territoire pour répondre aux enjeux climatiques et de rendre ce secteur plus résilient. Les stratégies innovantes et durables proposées, ainsi que la quantification des bénéfices environnementaux associés, peuvent effectivement aider les villes à atteindre leurs objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

L'objectif général est de concevoir un projet pilote d'aménagement du territoire basé sur les principes de l'économie circulaire et de la durabilité. Pour ce faire, trois actions majeures ont été mises en avant :

1. une analyse du contexte actuel,
2. la proposition de stratégies innovantes de développement, et

3. l'évaluation de la performance environnementale des stratégies proposées.

Pour y parvenir, le projet a été réalisé en partenariat avec trois départements de recherche et divers acteurs de terrain. Une analyse écosystémique urbaine et une étude du cadre bâti ont été réalisées, soutenues par une perspective d'**ACV**.

Dans un premier temps, un portrait global du quartier a été réalisé par des étudiants et étudiantes en architecture de l'Université de Montréal. Cette analyse a mis en lumière des éléments essentiels pour contextualiser les stratégies proposées tout en se concentrant sur des bâtiments emblématiques du canal de Lachine tels que la grue LaSalle-Coke, la Dominion Car & Foundry et le pont Gauron-Lafleur. Parallèlement à l'analyse du patrimoine bâti, l'équipe a aussi étudié les infrastructures vertes, la biodiversité et le potentiel de **développement durable**, comme le montre les exemples de stratégies présentés en [figure 28](#). Les résultats des analyses ont permis de souligner d'une part le manque de résilience et de protection de la biodiversité sur les trois territoires à l'étude, et d'autre part le manque d'investissements majeurs dans les infrastructures. Ce faisant, la zone entre Lachine et LaSalle est en phase de devenir une friche industrielle. Cette zone commerciale et industrielle monofonctionnelle offre ainsi une opportunité d'imaginer et de construire un quartier plus vert et résilient.

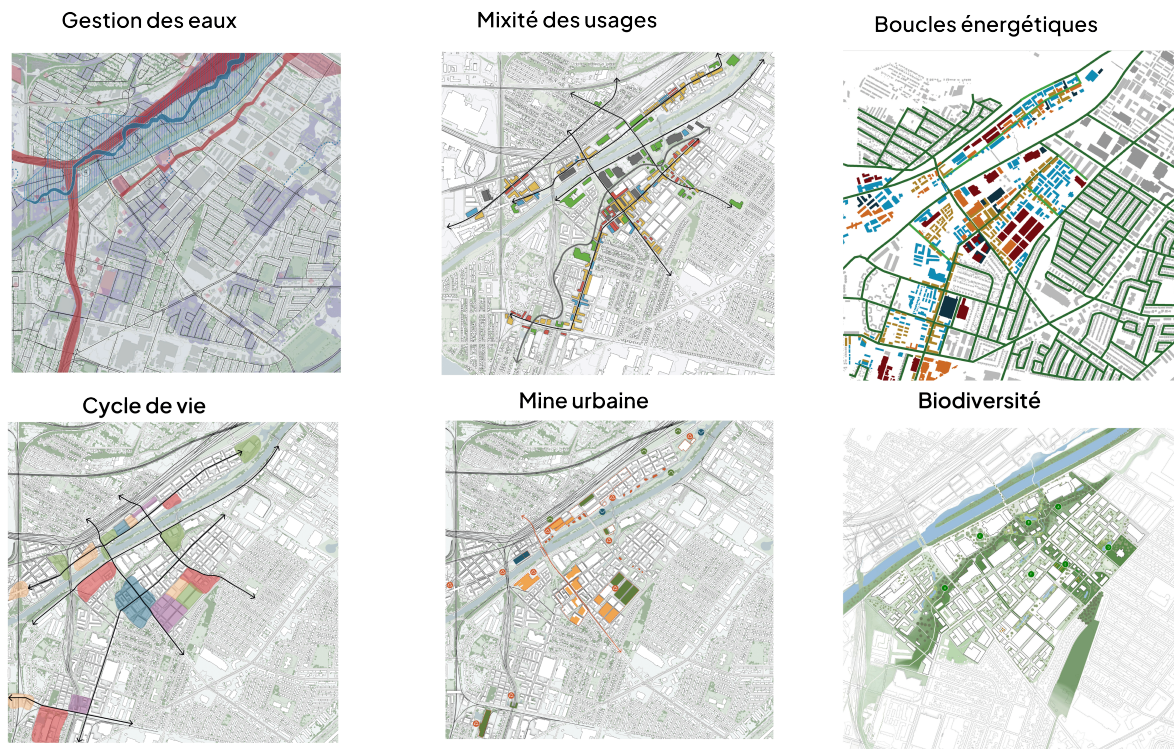


Figure 28 : Exemples de scénarios tenant compte de stratégies circulaires à l'échelle d'un quartier

À l'issue de l'analyse, le projet a émis plusieurs propositions stratégiques de développement pour le territoire. L'équipe de projet a notamment proposé de concevoir un quartier expérimental où le canal servirait de levier pour introduire un nouveau tissu urbain diversifié, sécuritaire et résilient. Considérant le territoire comme une série de lieux imbriqués et interconnectés, le projet s'est concentré sur la métamorphose des friches bordant le canal, tout en tenant compte des patrimoines bâtis et naturels, des infrastructures vertes et de l'économie circulaire. Cette transformation a le potentiel d'enclencher un processus régénérateur sur les sites d'intervention et leurs quartiers environnants.

Pour chacun des trois territoires étudiés, sept stratégies ont été proposées et analysées :

1. identifier des avantages d'un changement de zonage,
2. présenter des stratégies inspirées des principes de l'économie circulaire pour le patrimoine bâti, le système alimentaire, les infrastructures vertes et le transport actif,
3. améliorer les infrastructures vertes,

4. dimensionner des bassins de biorétention pour un des territoires à l'étude,
5. mettre de l'avant des réflexions sur la résilience de la zone,
6. analyser des composantes telles que des chaussées ou des bâtiments à renforcer ou remplacer selon les règles de l'ingénierie et
7. intégrer la résilience face aux changements climatiques.

Il convient de souligner que deux doctorants du **CIRAIG** qui sont experts en **ACV** ont contribué à l'analyse de la performance environnementale des stratégies proposées, cela à différentes étapes pour identifier les éléments des scénarios qui pourraient entraîner des **déplacements d'impacts** environnementaux.

Consulter le projet et les livrables via : <https://constructioncirculaire.com/projet/economie-circulaire-a-lechelle-dun-quartier/>

Lire la suite : [IV. Les leviers à activer pour faciliter la transition vers plus de circularité](#)

IV. LEVIERS À ACTIVER POUR FACILITER LA TRANSITION VERS PLUS DE CIRCULARITÉ

La transition vers ces pratiques encourageant l'économie circulaire s'accompagne de freins et d'obstacles, identifiés tout au long du Lab construction¹. Les projets menés dans le cadre du Lab ont permis de démontrer que les pratiques circulaires possèdent un potentiel applicable dans le secteur de la construction, et d'identifier des leviers d'activation pertinents. Ces leviers ont l'avantage d'être tirés d'exemples concrets, ce qui les ancre d'autant plus dans la réalité terrain.

Le présent chapitre détaille ces leviers, qui pourront être activés par des parties prenantes issues du milieu de la construction ou de la recherche, et utilisés comme outils pour des projets futurs, ainsi que comme orientations pour généraliser des pratiques plus circulaires. Dans les sections ci-après, les leviers sont présentés au regard des différents freins auxquels ils s'adressent.

4.1 Gérer les temporalités

4.2 Identifier et renforcer des modèles d'affaires circulaires

4.3 Optimiser les débouchés pour les matières : développer la logistique du réemploi et les filières de recyclage

4.4 Structurer, harmoniser et rendre disponible la donnée tout au long du cycle de vie

4.5 Mieux définir et diffuser les concepts

4.6 Quantifier et évaluer les impacts

4.7 Développer une approche systémique sur l'ensemble de la chaîne de valeur

4.7.1 Évaluer les coûts réels

4.7.2 Approche pour des chaînes d'approvisionnement circulaire

4.7.3 Écoconception, durabilité et recyclage : une action conciliée

1. Voir la liste des freins présentée en [2.2.3 Les freins à la circularité du secteur de la construction](#)

4.1 GÉRER LES TEMPORALITÉS

Dans un projet qui implique plusieurs **parties prenantes**, la coordination de leurs objectifs respectifs représente un défi. Quelle que soit l'échelle du projet, il est nécessaire de comprendre les différentes temporalités qui incombent à chacun, de même que les calendriers spécifiques aux différentes parties prenantes. De là découle une meilleure capacité à appréhender les différentes étapes d'un projet.

Par exemple, dans le projet [Duplex circulaire](#), le manque de coordination entre la mise en œuvre de la rénovation et la chaîne d'approvisionnement circulaire de RÉCO, un magasin dédié au **réemploi** des matériaux de construction, a entravé l'identification, le suivi et la gestion des matériaux sortants et des potentiels matériaux entrants issus du réemploi. Ces difficultés ont été exacerbées par les conditions particulières d'occupation totale du bâtiment lors de la rénovation. Dans ce contexte, la planification des travaux a été contrainte, ce qui s'est traduit en un manque de connaissance sur les conditions existantes. Les parties prenantes ont donc dû poser des hypothèses quant au potentiel de réemploi des éléments (état, usure, méthode constructive, etc.). Comme les hypothèses ne se sont pas avérées être un portrait exact de la réalité terrain, les parties prenantes ont dû par la suite faire des ajustements de conception, ce qui a entraîné des surcoûts et des retards dans l'agenda d'exécution du projet. Pour éviter une telle situation, il est nécessaire d'anticiper les étapes du projet dès ses prémices afin d'identifier les données, matériaux, produits et systèmes affectés par les pratiques et les études circulaires.

Par ailleurs, l'équipe du Lab Construction a fait appel à une variété de parties prenantes issues de la recherche et de la pratique, qui ont eu l'opportunité de collaborer au sein des projets du Lab. Avec cette approche multidisciplinaire, il a été possible de mettre en lumière les différentes notions de temporalités entre le milieu académique et le milieu professionnel – voir le [Chapitre complémentaire- Regards croisés sur les approches de recherche en économie circulaire et construction](#). Ces différentes notions se sont notamment manifestées au cours du projet d'étude de la [traçabilité des matériaux](#) et du projet [Duplex circulaire](#). En effet, le projet de **traçabilité** n'a pas pu fournir une aide à la décision pour le projet [Duplex circulaire](#) qui soit synchronisée avec les contraintes du calendrier de chantier. La rencontre entre le milieu académique et la réalité terrain a mis en évidence un déphasage entre la nécessité de prendre un temps d'études en amont du projet pour bien comprendre les enjeux et l'échéancier et les réalités économiques et logistiques du projet.

Le projet [Circularité et analyse de cycle de vie](#) circulaire a mis en évidence la nécessité d'approfondir les connaissances dans le domaine de la quantification des impacts de **stratégies d'économie circulaire** à toutes les **étapes du cycle de vie** d'un actif. Pour y parvenir, un temps de montée en compétence des parties prenantes doit être pris en considération. Celui-ci peut induire un autre décalage entre les milieux académiques et professionnels et donc limiter leurs collaborations. Cette situation a d'ailleurs été illustrée lors des projets de [traçabilité des matériaux](#) et de [démontabilité](#). Les enjeux de temporalité concernent également les données. En

effet, la pérennité de la donnée et son maintien sur le **cycle de vie** étant donné les longs cycles de vie des actifs bâtis est un défi.

Pour mitiger ces enjeux de temporalités, des pistes de leviers existent ; par exemple en adoptant des approches collaboratives, en favorisant la prise de conscience et en anticipant les diverses temporalités au début d'un projet, ou encore en travaillant à l'optimisation des chaînes de logistique circulaire.

Lire la suite : [4.2 Identifier et renforcer des modèles d'affaires circulaires](#)

4.2 IDENTIFIER ET RENFORCER DES MODÈLES D'AFFAIRES CIRCULAIRES

De manière générale, la crainte de l'erreur et la perte potentielle de temps et d'argent freinent souvent des transitions vers de nouvelles pratiques. Le manque de retour d'expérience contribue à cette inertie. Pour éviter ces scénarios, les parties prenantes optent alors pour des modèles connus, éprouvés et généralement rentables. L'analyse des [19 projets](#) menés dans le cadre du Lab construction illustre principalement des approches techniques, technologiques et réglementaires. La démonstration de la viabilité économique reste parfois à renforcer – et représente un levier majeur pour promouvoir de nouvelles pratiques. En effet, de nombreuses parties prenantes du secteur de la construction souhaitent des stratégies viables pour s'engager pleinement dans une transition circulaire. Toutefois, il est nécessaire de comprendre que la notion de rentabilité est influencée par les typologies de matières à circulariser et les contextes particuliers (notamment les tarifs locaux de l'**enfouissement**) dans lesquels le projet s'inscrit. De plus, la rentabilité dépend fortement du mode de calcul du retour sur investissement (**ROI**) et du périmètre des mesures qui sont prises, dont notamment l'évaluation de l'**internalisation des coûts**.

Par exemple , le projet de mise en place d'une plateforme de **Démantèlement des portes et fenêtres en vue du recyclage**, a mis en évidence des facteurs qui s'influencent mutuellement : la contamination, la qualité de la matière, la valeur ajoutée des produits recyclés, les frais de transport, ainsi que les cours des matériaux neufs influencent considérablement les tarifs sur le marché du recyclage.

D'autre part, la diversité des recycleurs sur chaque territoire et la proximité géographique des centres de recyclage influencent les options disponibles. D'ailleurs, les matériaux n'ont pas tous le même potentiel de reprise chez les recycleurs : par exemple, le métal est souvent racheté à des taux de reprises élevés alors que le bois engendre des frais d'accueil. **Pour assurer une filière de démantèlement et de recyclage de portes et fenêtres viable**, une **massification des gisements** à toutes les étapes de la **chaîne de valeur**, notamment à travers des démantèlements de bâtiments par lots, est nécessaire. Cela permettra d'optimiser les méthodes de démantèlement,

ce qui se traduit en un travail plus efficace et plus rentable, tout particulièrement pour des typologies de portes et fenêtres à faible complexité. À cet effet, une collaboration doit être engagée avec les fabricants de portes et fenêtres afin de revoir les assemblages des produits pour assurer un démantèlement ultérieur qui soit facile.

À l'échelle du secteur, il serait opportun d'envisager des dispositions salariales spécifiques pour les travailleurs de la **déconstruction** sur chantier. Une autre option possible consiste en l'industrialisation des processus de démantèlement qui inclut des machineries et des lignes de tri mécanisées afin de réduire les coûts opérationnels. Le développement de réseaux multifilières de recyclage permettra également d'outrepasser les limites territoriales imposées par le transport. Pour y parvenir, il apparaît de manière générale qu'un soutien financier complet de l'écosystème est nécessaire et qu'il peut être fait notamment par l'entremise de subventions publiques.

La mise en œuvre de pratiques circulaires serait plus attrayante si elle était accompagnée à la fois d'une démonstration de la **viabilité économique** des stratégies ainsi que des aides et incitatifs financiers – voir [le chapitre V sur les recommandations](#). Dans un même ordre d'idées, les modèles d'affaires circulaires doivent également se développer en intégrant les bénéfices qualitatifs. Bien que ces derniers soient difficilement mesurables, ils ont trait à des enjeux qui sont liés aux changements de perceptions ainsi qu'à des enjeux socio-économiques.

Ce type d'**enjeux socio-économiques** a d'ailleurs été au centre du projet d'étude sur les [Bénéfices de l'économie de fonctionnalité](#) en lien avec la consommation énergétique des actifs, lequel a permis de mettre en lumière cinq aspects stratégiques qualitatifs liés à ce nouveau modèle d'affaires circulaire :

1. la résilience des systèmes,
2. la fiabilité des services,
3. la collaboration et l'accessibilité aux compétences,
4. l'accès à un réseau d'experts, et
5. le partage des connaissances des employés du réseau.

Ces cinq aspects stratégiques ont chacun un impact majeur et se combinent pour optimiser

davantage leurs **retombées positives** à l'échelle d'un projet. Ils démontrent également les bénéfices opérationnels de l'économie circulaire.

Lire la suite : [4.3 Optimiser les débouchés pour les matières : développer la logistique du réemploi et les filières de recyclage](#)

4.3 OPTIMISER LES DÉBOUCHÉS POUR LES MATIÈRES : DÉVELOPPER LA LOGISTIQUE DU RÉEMPLOI ET LES FILIÈRES DE RECYCLAGE

Le projet d'étude pour l'élaboration d'une plateforme [Démantèlement des portes et fenêtres en vue du recyclage](#) a mis en lumière les faibles prix de reprise sur le marché des matières plastiques et verres ainsi que la complexité de séparation des matériaux. Ces freins traduisent un besoin de **massification des gisements** permettant d'une part d'encourager les pratiques circulaires (**déconstruction, réemploi, recyclage**) et d'autre part d'optimiser les transports de matières. À cet effet, il est nécessaire de mettre en place des logistiques efficaces, notamment quant aux moyens de collecte afin de **massifier le gisement** à moindre coût. Par ailleurs, le développement des **filières** de recyclage doit se penser conjointement avec l'objectif d'**augmenter la qualité des gisements**. Cela devra s'accompagner d'une normalisation de la qualité et de la performance des produits et matières récupérées. Il faudra aussi cibler prioritairement les gisements qui sont plus facilement recyclables ou repris à un tarif intéressant.

La qualité des gisements de portes et fenêtres a un effet direct sur la performance du démantèlement et donc du recyclage. De nombreuses étapes de démantèlement sont d'ailleurs nécessaires pour isoler les différents matériaux les uns des autres. Pour assurer des pratiques circulaires de démontage, de déconstruction et de démantèlement, il faut donc agir à plusieurs étapes de la **chaîne de valeur** en mettant en œuvre une **écoconception visant la démontabilité** future d'une part, et en diversifiant les filières de recyclage pour répondre à la complexité des flux actuels du secteur d'autre part.

Pour le développement de ces filières, il est à noter que certaines des matières sont souvent recyclées dans des industries qui n'ont pas de lien direct avec le secteur d'origine desdites matières. La gestion de fin de vie des produits suit ainsi un parcours complexe. Par conséquent, les filières de fin de cycle devraient, in fine, pouvoir agir comme des maillons clés d'un écosystème où elles travaillent en flux tendu avec les entreprises de fabrication et de distribution dans une perspective de **logistique inverse**. Il est donc indispensable de **rapprocher ces filières des gisements en mettant en œuvre une approche territoriale pour leur développement, par exemple**.

Aller plus loin dans l'approche globale de la chaîne de valeur

De manière complémentaire et dans une **perspective systémique**, il serait pertinent de développer des filières de recyclage qui peuvent permettre la réinsertion de matières recyclées dans des produits étant eux-mêmes recyclables, plutôt que de les réinsérer dans des produits étant ultimement destinés à l'**enfouissement**. Cette approche pourrait permettre aux matières de passer à travers plusieurs cycles de produits avant de devenir un résidu ultime, renforçant ainsi la circulation des ressources au sein de l'économie.

Lire la suite : [4.4 Structurer, harmoniser et rendre disponible la donnée tout au long du cycle de vie](#)

4.4 STRUCTURER, HARMONISER ET RENDRE DISPONIBLE LA DONNÉE TOUT AU LONG DU CYCLE DE VIE

Le manque de données s'est révélé être un obstacle majeur pour plusieurs projets. Les données disponibles varient en types et concernent divers enjeux. Par exemple, le projet d'analyse des [stratégies d'économie circulaire pour le secteur LaSalle, Ville-Saint-Pierre et Lachine](#) a mis en lumière un manque de données liées à l'énergie des bâtiments ainsi qu'un manque d'accessibilité aux données urbanistiques. Cette quête des données s'est révélée être une tâche complexe, ce qui a empêché d'atteindre les objectifs initiaux, plus particulièrement dans le cadre de l'étude de la performance environnementale et de l'**analyse du cycle de vie** du projet. Des constatations similaires ont été faites au cours du projet sur [Rénovation de bâtiments administratifs et la valorisation des matériaux](#), au cours duquel la collecte des données a été chronophage en plus d'avoir mis en lumière l'**incertitude des données des premiers inventaires quant au potentiel de réemploi des actifs à rénover**. Aussi, faute de bases de données complètes, fiables et adaptées au contexte québécois, il existe une difficulté de calculer les indices de circularité des matériaux (**MCI**), des produits (**PCI**), des systèmes (**SCI**) et des bâtiments (**BCI**), comme l'a démontré le projet qui a étudié la [Traçabilité des matériaux](#).

Les obstacles rencontrés au sein de ces projets reflètent les enjeux généraux auxquels le secteur fait face :

1. un **manque de disponibilité** voire une perte des données concernant les actifs bâtis tout au long de leur **cycle de vie**, et
2. un **manque de suivi et de traçabilité** de ces données lors de l'exploitation et de la fin de vie des actifs.

Ce manque d'information représente un obstacle important au réemploi des matériaux qui impacte directement la possibilité d'instaurer une culture de circularité dans le domaine de la construction.

De plus, l'**interopérabilité des données** reste à ce jour lacunaire dans le secteur de la construction. Par exemple, le [projet d'étude du potentiel de réemploi des bâtiments par la Ville de Trois-Rivières](#) a démontré

que l'appréhension des utilisateurs face à l'utilisation de logiciels de données **SIG** spécifiques peut enrayer leur accessibilité, leur extraction, la lecture et l'échange. Enfin, certaines données telles que les données administratives ou urbanistiques sont difficiles à obtenir.

Pour remédier à ces obstacles, plusieurs stratégies ont été identifiées. Comme discuté précédemment, **la mise en œuvre de processus assurant la traçabilité** présente un potentiel significatif pour améliorer la transparence dans la **chaîne d'approvisionnement** et la gestion de la qualité des produits et matériaux de construction. Elle apparaît être une condition essentielle pour transformer l'**économie linéaire** en **économie circulaire**, car elle permet de maintenir le lien entre toutes les **étapes du cycle de vie** d'un actif. Elle est susceptible de devenir **un aspect de plus en plus important de l'économie circulaire du fait qu'elle répond aux besoins émergents pour une meilleure gestion de l'information tout au long du cycle de vie des biens**. Actuellement, aucun outil, processus ou plateforme ne répond pleinement aux enjeux de circularité.

Il est donc primordial de développer des plateformes, incluant les bases de données, adaptées au contexte québécois, contenant des informations fiables et mises à jour, afin de réaliser des analyses robustes. Ce développement implique de considérer l'ensemble du cycle de vie des produits et matériaux ainsi que les exigences en fin de vie. Ce système doit inclure toutes les données traçables relatives aux entités, activités, acteurs, processus, systèmes et contextes. De plus, il doit permettre aux parties prenantes de mettre à jour ces données. Enfin, pour assurer la traçabilité, des modèles de données soutenant l'automatisation et l'intégration, voire une standardisation des données selon différents cas d'usage, doivent être envisagés.

L'optimisation de la gestion de données représente quant à elle un levier dans l'optimisation de la **logistique inverse**, comme l'a mis en exergue le projet d'étude de la [Logistique interne d'un centre de réemploi](#) à Montréal. La gestion des données a un impact important sur l'anticipation du stockage des matériaux et des produits de réemploi, ainsi que sur le contrôle des flux entrants et sortants et sur les indicateurs de performance de durabilité. En effet, une bonne gestion des données a permis, dans le cadre du projet, de déterminer de façon précise la surface au sol nécessaire pour le stockage des produits triés par catégories, mais également d'élaborer des indicateurs de performance (**KPI**) adaptés au centre de réemploi en vue d'un suivi des aspects environnementaux et des aspects de gestion. Le développement d'une gestion de données efficiente facilite l'appréhension des flux entrants et sortants, la réalisation des inventaires et assure la traçabilité des produits. En plus de la gestion de ces données, leur **qualité est primordiale** afin de pouvoir établir des **indicateurs de performance** adaptés et suivre leur évolution.

Au regard de ce qui vient d'être présenté, les données influencent l'opérationnalisation des indicateurs et des calculs des niveaux de performance ainsi que la traçabilité des matériaux et produits tout au long de leur cycle de vie.

Par conséquent, la fiabilité, l'accessibilité et la gestion des données à travers des plateformes et des bases de données représentent des leviers majeurs pour la circularité. Ces derniers doivent être abordés de manière systémique à tous les niveaux de développement, soit :

- réglementaire (standardisation),
- technique (interopérabilité des outils) et,
- économique (responsabilité).

Lire la suite : [4.5 Mieux définir et diffuser les concepts](#)

4.5 MIEUX DÉFINIR ET DIFFUSER LES CONCEPTS

L'intérêt pour l'**économie circulaire** et son applicabilité au sein du secteur de la construction est grandissant, mais relativement récent. Plusieurs concepts sont émergents, mais restent peu abordés dans la littérature scientifique et la littérature grise. Prenons comme exemple l'**économie de fonctionnalité**. Bien qu'elle gagne en popularité et que la recherche dans ce domaine soit en constante expansion, la littérature qui y est spécifique demeure moins abondante que celle consacrée à des concepts connexes plus ancrés dans les pratiques industrielles, dont notamment le *product-service system* et la **servicisation**. Le flou sémantique entourant l'économie de la fonctionnalité s'ajoute à l'émergence du concept et à l'amplification de l'intérêt qu'on y porte : actuellement, le terme n'a pas d'équivalent international en anglais, ce qui complexifie sa diffusion, la manière de l'appréhender et son intégration. La diffusion des savoirs et des connaissances entre le milieu scientifique et le milieu professionnel représente donc des leviers de taille. La recherche, à travers des études, peut influencer l'adoption de l'**économie de la fonctionnalité** et servir d'aide à la décision auprès du secteur en présentant ses avantages avec des résultats à l'appui. Aussi, les collaborations intersectorielles — qui sont établies entre le milieu académique, l'industrie et le public, ainsi que le secteur privé — peuvent favoriser la **circulation des connaissances**, l'avancée et le développement des concepts y étant liés.

Il convient de souligner que le flou sémantique est également constaté pour d'autres concepts liés à l'économie circulaire tels que l'**adaptabilité** des bâtiments. Ce dernier point a d'ailleurs été souligné dans le cadre du projet [Bâtiments adaptables et démontables](#). Ce flou est particulièrement présent lorsqu'il est question des notions de changement et de capacité d'adaptation. Au sein de la littérature, les notions d'adaptabilité et de flexibilité se chevauchent et s'interchangent au gré des auteurs, jusqu'à même être tantôt synonymes tantôt antonymes. La revue de littérature réalisée pour ce projet illustre les nombreux cadres conceptuels qui s'articulent autour de l'adaptabilité et la flexibilité. Les grilles d'évaluation peuvent être des outils de diffusion de connaissances importants du fait qu'elles mettent en évidence certains enjeux et critères essentiels au concept. Elles représentent dès lors l'une des pistes pour **construire une définition commune** pour le concept circulaire d'adaptabilité des bâtiments.

De manière plus générale, afin de favoriser l'intégration des concepts émergents de l'économie circulaire dans le secteur de la construction.

Il est essentiel de renforcer la diffusion des savoirs entre la recherche et les milieux professionnels. Cela passe par la production d'études démontrant les **avantages concrets de ces approches**, ainsi que par des **collaborations intersectorielles** impliquant le monde académique, l'industrie et les acteurs publics et privés. De plus, la **clarification des cadres conceptuels** et la **standardisation des terminologies**, notamment à travers des grilles d'évaluation, constituent des leviers clés pour faciliter l'adoption et l'opérationnalisation de ces concepts dans les pratiques industrielles.

Lire la suite : [4.6 Quantifier et évaluer les impacts](#)

4.6 QUANTIFIER ET ÉVALUER LES IMPACTS

L'accompagnement, la formation et la diffusion des connaissances s'appuient également sur le développement d'approches quantitatives des impacts environnementaux et sociaux. Ainsi, les méthodes d'**évaluation des impacts environnementaux et socio-économiques** contribuent à diffuser les connaissances à propos de la circularité.

Différentes méthodes d'évaluation peuvent soutenir ces quantifications.

Par exemple, l'**analyse du cycle de vie** permet d'estimer les impacts environnementaux potentiels d'un produit, d'un projet ou d'un service tout au long de son **cycle de vie**, depuis l'extraction des matières premières, en passant par le transport, la fabrication, et l'utilisation jusqu'à la fin de vie. Dans le but de faire des choix éclairés et de prioriser les actions, la méthode **ACV** permet de comparer des scores d'impact entre différents systèmes qui offrent la même fonction.

La comparaison quantitative de systèmes équivalents permet non seulement de remettre en question certaines idées préconçues en phase de conception, mais aussi d'influencer positivement et significativement les choix conceptuels. Par ailleurs, plusieurs projets menés¹ dans le cadre du Lab Construction illustrent l'interdépendance des impacts environnementaux qui se situent à différentes échelles et sur différents systèmes. **Cette interdépendance complexifie la mise en œuvre des stratégies circulaires et est à prendre en compte pour éviter le déplacement d'impact, soit l'élimination de l'impact dans un maillon de la chaîne de valeur pour le voir apparaître ailleurs dans la chaîne.**

À côté de l'**ACV** qui analyse les impacts sur le cycle de vie d'un bâtiment ou des matériaux, d'autres méthodes de quantification explorent les impacts environnementaux à différentes échelles.

1. Voir [3.1.3 Circularité et analyse de cycle de vie](#), [3.5.1 Métabolisme urbain du secteur de la construction de Montréal](#), [3.5.3 Économie circulaire à l'échelle d'un quartier](#)

C'est le cas de la méthode liée au concept de **métabolisme urbain** qui étudie les flux de matières entrants et sortants à l'échelle urbaine en vue de réduire les **émissions de gaz à effet de serre**. **Les résultats de cette méthode permettent d'identifier à quel endroit dans le monde les impacts du cycle de vie des différents flux de matières analysés ont lieu.**

Ces impacts sont catégorisés par types de matériaux et par indicateurs d'impacts.

Tout comme l'**ACV**, cette méthode de quantification et d'évaluation d'impacts environnementaux et socio-économiques représente un **outil précieux d'aide à la décision** pour toute transformation, rénovation et (dé)construction d'actifs bâtis. Elle peut être utilisée par des politiques publiques en vue d'un changement paradigmatique réalisé à une autre échelle que celle du bâtiment ou du secteur de la construction.

Toutefois, la fragmentation notoire du secteur de la construction se solde par un manque de collaboration et de partage des données nécessaires pour l'analyse, la quantification et les méthodes d'évaluation. C'est d'ailleurs à ce titre que la **traçabilité** peut jouer un rôle dans l'amélioration de la transparence des données et des informations dans la **chaîne d'approvisionnement** ainsi que dans la gestion de la qualité et de la durabilité. À ce titre, l'équipe de recherche sur la [Traçabilité des matériaux](#) a développé un outil d'aide à la décision en s'appuyant sur des **indices de circularité**. Ces indices de circularité des matériaux, produits, systèmes et bâtiments permettent de quantifier l'impact des choix de conception dans un projet qui se veut circulaire, et ce tout au long du **cycle de vie** du projet bâti.

Pour renforcer l'adoption des stratégies circulaires dans le secteur de la construction, il est essentiel de développer et de généraliser l'utilisation des méthodes quantitatives d'évaluation des impacts environnementaux et socio-économiques.

L'**ACV** et l'approche du **métabolisme urbain** sont des outils clés permettant d'éclairer les décisions en matière de conception, de rénovation et de construction en évitant les **déplacements d'impact**. Toutefois, une meilleure collaboration entre les acteurs du secteur et une transparence accrue des données sont nécessaires pour maximiser l'efficacité de ces outils. L'amélioration de la **traçabilité** constituent ainsi des leviers stratégiques pour garantir des choix optimisés et durables tout au long du **cycle de vie** des projets bâtis.

Lire la suite : [4.7 Développer une approche systémique sur l'ensemble de la chaîne de valeur](#)

4.7 DÉVELOPPER UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE SUR L'ENSEMBLE DE LA CHAÎNE DE VALEUR

4.7.1 Évaluer les coûts réels

Pour changer les pratiques linéaires dans une perspective systémique, il est nécessaire d'élargir le cadre de comptabilisation des coûts d'un changement de pratiques ou d'une **stratégie de circularité**. Il s'agit de sortir de l'estimation des investissements initiaux pour comptabiliser l'ensemble des coûts tout au long du **cycle de vie** de l'actif bâti et ainsi comparer le coût d'investissement initial en regard des coûts d'opération et de fin de vie, et ainsi tenir compte des gains – qui peuvent intervenir plus loin dans la **chaîne de valeur** – apportés par la mise en œuvre de stratégies de circularité.

Cela permettrait d'avoir une vision d'ensemble et de dissiper l'idée que la durabilité et la circularité entraînent des coûts élevés.

4.7.2 Approche pour des chaînes d'approvisionnement circulaire

Des tensions ont été identifiées au sein des chaînes d'approvisionnement, tant au niveau des ressources humaines que des ressources matérielles.

D'un côté, le manque de compétences en pratiques circulaires chez certains acteurs de la chaîne d'approvisionnement peut ralentir, voire empêcher, la mise en œuvre de nouvelles pratiques. D'un autre côté, la nature spécifique des matériaux circulaires disponibles sur le marché présente de nouveaux défis pour assurer la continuité d'une chaîne d'approvisionnement circulaire et s'adapter aux échéanciers des projets de construction. Par exemple, dans le projet de [Rénovation circulaire d'un duplex](#), les fenêtres qui devaient initialement être réemployées par l'entremise de la chaîne d'approvisionnement circulaire RÉCO, un centre de **réemploi** de matériaux de construction à Montréal, n'ont finalement pas été mises en place en raison de l'indisponibilité des dimensions nécessaires. D'autres projets¹ ont souligné que la **massification des gisements**

1. [Démantèlement des portes et fenêtres en vue du recyclage, Rénovation de bâtiments administratifs et valorisation des matériaux](#)

permettrait d'éviter la dispersion des ressources matérielles, améliorant ainsi l'efficacité des chaînes d'approvisionnement circulaires.

Par ailleurs, la définition d'un niveau d'exigence en matière de circularité précis, détaillé et inscrit dans les appels d'offres (c'est-à-dire en amont du processus) doit s'accompagner du développement de **filières** de repreneurs de matériaux (qui se situe en aval du processus).

Les chaînes de valeur et d'approvisionnement doivent être considérées dans leur totalité, cela en incluant toutes les complexités qu'elles comportent.

4.7.3 Écoconception, durabilité et recyclage : une action conciliée

L'analyse de certaines solutions issues du Lab Construction révèle des tensions intrinsèques entre les concepts de durabilité des matériaux et de **recyclage** au sein de la **chaîne de valeur**. Les **filières** de recyclage actuelles, bien qu'elles soient efficaces pour transformer les matières en nouveaux produits, rencontrent parfois des limitations pour développer des options de seconde vie à long terme, ou sur plusieurs **cycles de vie**.

Par exemple, une des filières de valorisation du verre issu des portes et fenêtres au Québec est l'intégration dans un processus nommé « microabrasion » qui ne permet de donner qu'une seule nouvelle vie à la matière, alors que le verre est une matière qui peut être recyclée avec peu de pertes matières. Il est donc crucial de ne pas se concentrer uniquement sur les filières de recyclage— qui restent tout à fait pertinentes pour certaines matières ou pour certaines phases de la transition, mais de prendre également en compte la **durabilité** dans la conception des produits dans une **approche intégrée** de leur cycle de vie. Une approche durable implique une réflexion approfondie sur l'allongement de la durée de vie des matériaux et l'intensification de leur usage.

En résumé, il est bon de souligner que le développement des filières de recyclage ne doit pas freiner l'innovation en matière d'écoconception de matériaux ou de réemploi. Lorsque ces matériaux atteindront également leur fin de cycle de vie, la question du recyclage devra de nouveau être abordée, illustrant ainsi la complexité et l'approche systémique requise pour une véritable transition circulaire.

Les leviers et les stratégies d'aide à la transition circulaire présentés dans ce chapitre sont **complémentaires** et couvrent l'ensemble de la **chaîne de valeur**. Il est donc essentiel de considérer conjointement les stratégies applicables en amont et en aval de la chaîne de valeur. Les constats réalisés dans le cadre du projet de recherche sur le [Métabolisme urbain du secteur de la construction de Montréal](#) appuient cette vision : il ouvre la voie à l'exploration des interactions entre les catégories d'impacts environnementaux

tout au long du **cycle de vie** et au-delà des limites de la ville de Montréal. Cette approche systémique permet ainsi d'éviter les **effets rebond** qui représentent l'un des enjeux majeurs de la transition vers la circularité.

Cette vision systémique permet également d'identifier les implications d'une transition sur les processus, les systèmes et les acteurs.

Au cours des activités de **cocréation** et d'expérimentation du Lab Construction, il a été constaté que **les systèmes et processus actuels soutiennent encore une économie linéaire**. Par conséquent, les contextes réglementaires, culturels, techniques et financiers doivent conjointement évoluer pour soutenir le changement de pratiques – et le rôle des décideurs est crucial pour activer ces leviers, tel qu'exploré au [chapitre suivant](#) au travers de recommandations spécifiques.

Lire la suite : [V. Recommandations pour soutenir le secteur vers plus de circularité](#)

V. RECOMMANDATIONS POUR SOUTENIR LE SECTEUR VERS PLUS DE CIRCULARITÉ

Ce chapitre présente des recommandations pour soutenir la transition vers la circularité à destination des décideurs des trois paliers gouvernementaux, des donneurs d'ouvrage publics et privés, des associations et les ordres professionnels et des organismes réglementaires du secteur de la construction. Elles sont issues d'apprentissages et de constats de [l'ensemble des projets](#) du Lab construction.

5.1 Renforcer les processus d'approvisionnement circulaires

- [5.1.1 Intégrer des critères de circularité dans les projets publics](#)
- [5.1.2 Promouvoir les clauses de performance dans les appels d'offres](#)
- [5.1.3 Former les donneurs d'ouvrage et les concepteurs à l'approvisionnement circulaire](#)

5.2 Inciter à la rénovation et à la conception circulaire des bâtiments

- [5.2.1. Soutenir financièrement les rénovations circulaires](#)
- [5.2.2. Généraliser le recours à la conception pour l'adaptabilité et la démontabilité](#)
- [5.2.3. Soutenir une construction modulaire qui tient compte de la circularité](#)
- [5.2.4. Développer des cultures patrimoniales locales](#)

5.3 Déployer des outils numériques et de quantification pour soutenir la transition

- [5.3.1 Opérationnaliser un cadre de traçabilité des matériaux](#)
- [5.3.2 Développer des bases de données robustes](#)
- [6.3.3 Quantifier les bénéfices environnementaux de la circularité](#)
- [5.3.4 Systématiser l'ACV circulaire](#)
- [5.3.5 Officialiser des objectifs de réduction du carbone intrinsèque](#)

5.4 Soutenir la déconstruction et le réemploi des matériaux

- [5.4.1 Mobiliser les donneurs d'ouvrage sur la déconstruction](#)
- [5.4.2 Faciliter la mise en œuvre de la déconstruction sur le terrain grâce aux bons outils](#)

5.5 Inciter au développement de filières de valorisation des matériaux

- [5.5.1 Augmenter les coûts d'enfouissement](#)
- [5.5.2 Proposer des subventions et des incitatifs fiscaux et financiers](#)

5.6 Exploiter et améliorer le cadre réglementaire

5.6.1 Optimiser l'opérationnalisation du régime d'autorisation du MELCCFP, avec une priorité à la circularité

5.6.2 Envisager des évolutions réglementaires provinciales

5.6.3 Intégrer la circularité au cœur des politiques municipales en lien avec le bâtiment

5.7 Encourager la collaboration et la transversalité au sein de la chaîne de valeur

5.1 RENFORCER LES PROCESSUS D'APPROVISIONNEMENT CIRCULAIRES

5.1.1 Intégrer des critères de circularité dans les projets publics

L'intégration de critères de circularité dans les appels d'offres et les contrats est primordiale pour soutenir la circularité dans les projets de construction, de rénovation ou de **déconstruction**. Ces critères peuvent, par exemple, être basés sur l'utilisation de matériaux recyclés ou à plus faible empreinte environnementale, la conception adaptable et démontable ou la gestion des **matières résiduelles** sur chantier. Les [clauses de conception pour faciliter l'économie circulaire dans les bâtiments](#) élaborées dans le cadre du Lab construction sont une bonne base pour favoriser la circularité dans le cadre légal actuel des appels d'offres. Puisque les bâtiments publics représentent une part importante du parc immobilier québécois, les **donneurs d'ouvrage publics**, soutenus par le **gouvernement provincial**, devraient être les principaux responsables de cette intégration. Ces derniers auraient ainsi l'occasion de faire preuve d'exemplarité pour le Québec tout en incitant les marchés de la construction (firmes d'ingénierie et d'architecture, entrepreneurs généraux, entre autres) à aller vers des pratiques circulaires.

5.1.2 Promouvoir les clauses de performance dans les appels d'offres

Un des leviers existants pour stimuler l'innovation et l'intégration de la circularité dans les projets de construction est de développer et normaliser l'utilisation de **clauses de performance** dans les appels d'offres. Le projet du Lab sur [l'Intégration des granulats bitumineux recyclés \(GBR\) dans les travaux routiers](#) a démontré que cette approche a stimulé le développement d'un matériau routier à fort contenu recyclé. Pour faciliter l'innovation et la performance, l'intégration de ce type de clauses nécessite la généralisation d'approches collaboratives et plus intégrées entre **donneurs d'ouvrage** et **entrepreneurs**.

Il est donc important d'informer et de sensibiliser les entrepreneurs à la possibilité d'inclure des **clauses de performance** dans les devis pour favoriser le développement de pratiques et de matériaux qui sont innovants et circulaires.

5.1.3 Former les donneurs d'ouvrage et les concepteurs à l'approvisionnement circulaire

Pour promouvoir l'intégration de la circularité dans les marchés publics et privés, il est nécessaire de renforcer les outils et les connaissances des **donneurs d'ouvrage**, mais aussi des **entrepreneurs** et des **professionnels de la conception**, à la fois sur les **stratégies d'économie circulaire** possibles, mais aussi sur les différents leviers existants dans le cadre légal actuel des appels d'offres pour les intégrer à des projets. Il est recommandé que des formations spécifiques soient élaborées à leur intention. La création de guides pratiques et de ressources en ligne faciliterait la compréhension et l'application des principes de circularité à toutes les étapes de la **chaîne de valeur**.

La plateforme [Construction circulaire](#) est une bonne base pour y parvenir. Elle inclut notamment les outils développés par le Lab sur cette thématique. Il serait toutefois souhaitable de développer des formations spécifiques à chaque catégorie de professionnels du secteur afin de permettre une meilleure appropriation de ces nouvelles pratiques. Les **ordres et associations professionnels** doivent être mobilisés en ce sens pour faciliter le développement de ces formations.

Lire la suite : [5.2 Inciter à la rénovation et à la conception circulaire des bâtiments](#)

5.2 INCITER À LA RÉNOVATION ET À LA CONCEPTION CIRCULAIRE DES BÂTIMENTS

5.2.1. Soutenir financièrement les rénovations circulaires

Développer des programmes de subventions aux rénovations qui répondent aux besoins des particuliers tout en favorisant des pratiques circulaires telles que le refus de démolir (laisser en place), la réutilisation d'éléments existants (dans un usage différent, sur le même projet) ou l'utilisation de matériaux recyclés ou réemployés permettrait d'éviter la démolition puis la construction de bâtiments neufs. Ce soutien permettrait ainsi de favoriser les stratégies de circularité les plus en amont¹, lesquelles ont ensuite un impact sur la circularité l'ensemble de la **chaîne de valeur**.

Développer des politiques et des programmes qui favorisent la **réutilisation adaptative** et les rénovations de bâtiments et de structures existantes est donc une piste prometteuse. Ces politiques devraient être implantées notamment **au niveau municipal**. Augmenter l'attention des acteurs municipaux sur la qualité des opérations de rénovation réalisées sur leur territoire est également fondamental pour s'assurer du maintien du patrimoine.

5.2.2. Généraliser le recours à la conception pour l'adaptabilité et la démontabilité

Un cadre théorique des principes de conception pour des [bâtiments adaptables et démontables](#) et un [outil d'évaluation du potentiel d'adaptabilité d'un projet](#) ont été établis dans le cadre du Lab construction. Aussi, il est prévu d'élaborer une feuille de route pour l'industrie visant à guider le déploiement de ces principes à l'échelle du Québec. Pour les prochaines étapes, il convient de sensibiliser les **concepteurs** et les **donneurs d'ouvrage** aux concepts de *Design for Adaptability and Disassembly* (DfAD) et d'alléger les **exigences**

1. Voir les catégories de stratégie [Repenser](#), [Intensifier l'usage des équipements et des bâtiments](#), et [Prolonger la durée de vie des bâtiments et des matériaux](#)

réglementaires liées au Code de la construction du Québec pour encourager la construction de bâtiments adaptables.

Pour faciliter l'intégration des principes d'adaptabilité et de **démontabilité** dès la phase de conception, des outils d'information et d'évaluation doivent être développés et proposés aux **concepteurs**. En stimulant une vision à long terme de l'usage des bâtiments, c'est-à-dire en tenant compte de la **durée de vie** des composantes, les **parties prenantes** favoriseront la réutilisation et le maintien en bon état de ces bâtiments.

5.2.3. Soutenir une construction modulaire qui tient compte de la circularité

La préfabrication de modules de construction permet de minimiser les **matières résiduelles** sur les chantiers et de raccourcir la durée de ces mêmes chantiers. La **construction modulaire** volumétrique offre également un potentiel significatif en matière de circularité, à condition que les principes de circularité soient intégrés dès la conception des modules, comme l'a démontré le projet sur la [Construction modulaire et circulaire](#). **Il est donc recommandé d'inclure dans les documents contractuels de projets de construction modulaire des clauses portant sur le maintien des actifs afin de clarifier les rôles et les responsabilités en matière de réutilisation et d'entretien des composantes.** De plus, il est essentiel de revoir les normes et les pratiques actuelles pour promouvoir des intérieurs et des enveloppes sans liants humides, tels que les colles et les scellants, et en privilégiant la construction sèche, lesquelles pourraient être intégrées dans des lignes directrices encadrant la construction modulaire. Ces mesures faciliteront la **déconstruction** et la **réutilisation des matériaux** tout en réduisant les impacts environnementaux liés à l'utilisation de produits chimiques présents dans les liants.

5.2.4. Développer des cultures patrimoniales locales

Il est aussi essentiel de sensibiliser les **professionnels de la construction** aux enjeux de conservation du **patrimoine bâti** dans son contexte territorial et historique. Il est recommandé de :

1. mettre en place des incitatifs financiers pour encourager le développement d'une expertise locale, cela pour favoriser des rénovations qui soient en adéquation avec la qualité du patrimoine régional,
2. soutenir les entreprises et les professionnels qui se spécialisent dans ce domaine.

Lire la suite : [5.3 Déployer des outils numériques et de quantification pour soutenir la transition](#)

5.3 DÉPLOYER DES OUTILS NUMÉRIQUES ET DE QUANTIFICATION POUR SOUTENIR LA TRANSITION

5.3.1 Opérationnaliser un cadre de traçabilité des matériaux

Un [cadre de traçabilité](#) a été développé dans le cadre du Lab construction. À ce stade-ci, il reste désormais à l'opérationnaliser pour suivre les matériaux tout au long de leur **cycle de vie**. **Ce cadre doit inclure des processus clairs et des outils spécifiques pour capturer, gérer et analyser les données relatives aux matériaux utilisés dans les projets de construction et ainsi faciliter leur exploitation dans plusieurs cycles de vie.**

Pour une **traçabilité** efficace, il est impératif d'améliorer l'**interopérabilité des données et des outils** utilisés dans le secteur de la construction. En ce sens, les systèmes de gestion des données doivent pouvoir communiquer entre eux de manière transparente, ce qui facilite ainsi l'échange d'informations et la collaboration entre les différents acteurs du secteur.

Depuis 2024, l'Union européenne établit progressivement une nouvelle réglementation exigeant que presque tous les produits vendus dans l'UE soient dotés d'un **passeport numérique** des produits (Digital Product Passport – DPP), incluant les matériaux de construction. Ce passeport numérique est en cours de déploiement en Europe¹, et représente donc un modèle intéressant pour l'opérationnalisation d'un cadre de traçabilité des matériaux au Québec. Les marchés européens et canadiens d'importation et d'exportation de matériaux étant interreliés, il est nécessaire d'anticiper l'interopérabilité des données et la compatibilité des systèmes de traçabilité déployés dans les deux zones. Le **gouvernement fédéral** pourrait faciliter la mise sur pieds d'un tel outil, tandis

Finalement, la faible numérisation des petits projets constitue un défi majeur pour la **traçabilité des matériaux**. Il est possible d'aider à relever ce défi en faisant la promotion de l'utilisation d'outils numériques accessibles et faciles à utiliser pour les petites entreprises.

1. CIRPASS Project. (n.d.). Accueil. <https://cirpassproject.eu/>

5.3.2 Développer des bases de données robustes

L'absence de données fiables sur les matériaux complique le calcul des **indices de circularité**, la mise en œuvre de la traçabilité et le développement de **logistiques circulaires**. Des bases de données exhaustives et précises des matériaux de construction doivent être développées. Celles-ci devront notamment inclure des informations sur leur impact carbone et leurs caractéristiques principales. Il est important de développer et de maintenir des bases de données détaillées sur les flux de matériaux, et particulièrement à l'échelle **provinciale et régionale**. Ces données permettent d'identifier les opportunités de **réutilisation** et de **valorisation** des matériaux et ont le potentiel de promouvoir une plus grande **sobriété** dans l'utilisation des **ressources vierges**.

5.3.3 Quantifier les bénéfices environnementaux de la circularité

Il est également recommandé de mettre en place des méthodes de quantification des bénéfices environnementaux de la circularité, notamment en matière de réduction des **émissions de GES**, de préservation des ressources et de la biodiversité. Les résultats de ces quantifications doivent être utilisés pour éclairer les décisions politiques et les stratégies de développement urbain afin d'éviter le **déplacement d'impacts**, au sein du territoire en question ou bien à l'extérieur de celui-ci. Des bases de données robustes sont nécessaires pour assurer la fiabilité et l'utilité de ces méthodes quantitatives (voir [5.3.2 Développer des bases de données robuste](#)) et le développement de ces bases et de ces méthodes devrait être soutenu par les **gouvernements provincial et fédéral**.

5.3.4 Systématiser l'ACV circulaire

Le déploiement de l'**ACV** comme outil de quantification des impacts doit être généralisé au secteur de la construction. Pour cela, les **donneurs d'ouvrage** et les **autorités réglementaires** doivent exiger l'intégration des résultats de l'ACV dans les projets de construction neuve et de rénovation pour évaluer les impacts environnementaux globaux. Pour faciliter ce déploiement, il est nécessaire de développer des outils et des guides pour faciliter l'utilisation de l'ACV par les professionnels du secteur.

Dans cet esprit, la collaboration entre les **chercheurs**, les **donneurs d'ouvrage** et les **concepteurs** doit être encouragée. Cette collaboration doit viser le partage des connaissances et les meilleures pratiques en matière d'ACV circulaires pour tendre vers une démocratisation de l'utilisation de l'ACV comme outil d'aide à la décision et ainsi éviter le **déplacement d'impacts** dans les décisions de conception ou de rénovation.

5.3.5 Officialiser des objectifs de réduction du carbone intrinsèque

Les **ACV** démontrent qu'une part importante de l'impact environnemental des bâtiments au Québec est liée aux matériaux de construction. Deux mesures sont essentielles pour réduire l'impact carbone des bâtiments tout au long de leur **cycle de vie** :

1. fixer des objectifs clairs de réduction du carbone intrinsèque des bâtiments dans les réglementations **municipales, provinciales et fédérales** et dans les codes de construction, et
2. encourager les **donneurs d'ouvrage** à adopter des matériaux et des techniques de construction à faible teneur en carbone.

Lire la suite : [5.4 Soutenir la déconstruction et le réemploi des matériaux](#)

5.4 SOUTENIR LA DÉCONSTRUCTION ET LE RÉEMPLOI DES MATÉRIAUX

5.4.1 Mobiliser les donneurs d'ouvrage sur la déconstruction

Dans certains contextes, la **déconstruction** est réalisable à coût identique à la démolition, notamment car le coût des revente des matériaux déconstruits permet de compenser les coûts supplémentaires liés à la déconstruction. Les **donneurs d'ouvrage** et les **entrepreneurs** doivent être sensibilisés aux avantages économiques et environnementaux de la déconstruction. Cette étape d'éducation et sensibilisation constitue un levier majeur pour démocratiser la déconstruction. Dans ce même esprit, il est recommandé d'inclure des clauses contractuelles incitatives pour le **réemploi** des matériaux dans les nouveaux projets et les rénovations ¹ et d'établir des contrats de performance qui encouragent les pratiques de déconstruction et de réemploi ².

5.4.2 Faciliter la mise en œuvre de la déconstruction sur le terrain grâce aux bons outils

La circularité implique également d'optimiser la gestion des matériaux sur les chantiers de construction et de **déconstruction**. Toutefois, il est nécessaire de pouvoir suivre les flux de matériaux pour notamment identifier les opportunités de **réemploi**. Le Lab a commencé à développer des outils d'optimisation de la gestion des matériaux³. Il est nécessaire de poursuivre leur élaboration, d'autant plus qu'ils ont le potentiel d'optimiser les bénéfices économiques d'une telle approche et de favoriser son déploiement. Le développement de ces outils devrait être soutenu par les **gouvernements provincial et fédéral**, par exemple via le financement de projets d'expérimentation sur ces enjeux.

1. Voir [5.1.1 Intégrer des critères de circularité dans les projets publics](#)

2. Voir [5.1.2 Promouvoir les clauses de performances dans les appels d'offres](#)

3. Voir l'[Outil de recensement des flux de matières](#) et la [Boîte à outils pour mener un projet de déconstruction](#)

Par ailleurs, la mise en œuvre d'optimisations logistiques sur la **chaîne de valeur**, telles que le déploiement de centres de réemploi, peut aussi fluidifier la circulation des matériaux entre leurs cycles de vie.

Lire la suite : [5.5 Inciter au développement de filières de valorisation des matériaux](#)

5.5 INCITER AU DÉVELOPPEMENT DE FILIÈRES DE VALORISATION DES MATÉRIAUX

5.5.1 Augmenter les coûts d'enfouissement

Le développement et la pérennisation de solutions circulaires tels que la **déconstruction**, le [démantèlement des portes et fenêtres](#), ou l'intégration de contenus recyclés dans les matériaux de construction routière (par exemple du **BAPC**¹ ou des **GBR**²) sont dépendants de la rentabilité économique de ces opérations et de la disponibilité de **filières** de **réemploi**, **recyclage** et **valorisation** sur les territoires sur lesquels elles sont mises en œuvre.

Pour favoriser le développement de ces filières locales au travers du Québec, les coûts d'**enfouissement** doivent être augmentés de manière significative dans **toutes les régions du Québec**, ce qui aura comme retombée de rendre les modèles d'affaires circulaires plus compétitifs et d'internaliser les coûts environnementaux de l'enfouissement. .

5.5.2 Proposer des subventions et des incitatifs fiscaux et financiers

Le développement de programmes de subventions et d'incitatifs financiers pour des projets de valorisation et de recyclage est un autre levier économique qui pourrait être mis en œuvre pour favoriser le développement de nouvelles filières.

Lire la suite : [5.6 Exploiter et améliorer le cadre réglementaire](#)

1. Voir [3.4.4 Valorisation des bardeaux d'asphalte post-consommation \(BAPC\)](#)

2. Voir [3.4.5 Intégration des granulats bitumineux recyclés \(GBR\) dans les travaux routiers](#)

5.6 EXPLOITER ET AMÉLIORER LE CADRE RÉGLEMENTAIRE

5.6.1 Optimiser l'opérationnalisation du régime d'autorisation du MELCCFP, avec une priorité à la circularité

Il est recommandé de centraliser l'analyse des demandes d'autorisation ministérielles pour la valorisation des **matières résiduelles** en créant une équipe spécialisée au sein du **Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)**. Cela permettrait de simplifier et d'accélérer le processus d'évaluation, tout en le rendant plus efficace et transparent, grâce à une équipe d'agents spécialisée et formée aux enjeux de la circularité et à l'**approche cycle de vie**. En outre, il est recommandé de faire évoluer l'approche d'examen des demandes d'autorisation pour les activités de **valorisation** des matières résiduelles : plutôt que de considérer seulement l'impact des activités de valorisation sur leur environnement immédiat, il serait pertinent d'y intégrer une **approche cycle de vie** et ainsi considérer l'ensemble des impacts et bénéfices de telles activités (notamment ceux liés à l'évitement de l'**extraction** de **ressources vierges**).

Un exemple concret de cette optimisation du régime d'autorisation du MELCCFP concerne l'utilisation du **BAPC** dans la formulation de mélange de granulat bitumineux : le **MELCCFP** pourrait faciliter les demandes de modification du certificat d'autorisation aux usines d'asphalte pour autoriser l'utilisation du BAPC dans la formulation des mélanges, ce qui augmenterait la circularité de ce matériau. D'autres ministères peuvent jouer un rôle réglementaire, comme celui des Transports et de la Mobilité Durable lequel, dans le cas des BAPC, pourrait travailler à la mise à jour des normes et recommandations techniques pour permettre l'utilisation accrue de BAPC.

5.6.2 Envisager des évolutions réglementaires provinciales

Parallèlement, il serait important de **faire évoluer le cadre réglementaire actuel pour distinguer clairement les matières résiduelles valorisables des résidus ultimes dans les définitions légales**, afin

d'encourager une gestion circulaire des matériaux ayant un potentiel de réemploi, de **réemploi**, ou de **valorisation**.

Finalement, la **Responsabilité Élargie des Producteurs** (REP) peut être un levier réglementaire à considérer pour s'assurer que les producteurs participent activement à la gestion et à la valorisation des résidus qu'ils génèrent. Cela permettrait de financer le développement de **filères** de réemploi, de recyclage et de valorisation pour ces matières.

5.6.3 Intégrer la circularité au cœur des politiques municipales en lien avec le bâtiment

Les **municipalités, les urbanistes et les développeurs immobiliers** peuvent jouer un rôle clé dans la promotion de l'économie circulaire. Dans un premier temps, les projets d'aménagement et les orientations municipales devraient favoriser la **réutilisation adaptative** des bâtiments et infrastructures existants avant d'envisager la construction neuve.

Il est également recommandé aux **donneurs d'ouvrages** et aux **autorités délivrant les permis de construction** d'imposer des **taux de récupération** élevés pour les matériaux lors de la **déconstruction** des bâtiments. Par exemple, exiger un dépôt de frais de gestion des **matières résiduelles** lors des demandes de permis de construction permettrait d'inciter le développement des initiatives de gestion des matières résiduelles et de valorisation des matériaux sur les chantiers de construction, rénovation ou déconstruction, car ces frais seraient remboursés en fonction du taux de récupération des matériaux.

Chaque **municipalité** devrait développer une feuille de route spécifique pour intégrer les principes de l'économie circulaire dans la planification urbaine.¹

Lire la suite : [5.7 Encourager la collaboration et la transversalité au sein de la chaîne de valeur](#)

1. Voir le [Sommaire des mesures réglementaires municipales](#) développé dans le cadre du Lab construction

5.7 ENCOURAGER LA COLLABORATION ET LA TRANSVERSALITÉ AU SEIN DE LA CHAÎNE DE VALEUR

L'**innovation collaborative** doit être soutenue pour assurer le développement de **solutions circulaires systémiques**. Dans le secteur de la construction, ce soutien peut être réalisé en finançant des projets de recherche et développement, de même qu'en encourageant les partenariats entre les entreprises, les universités et les institutions de recherche. Ce mode de recherche collaboratif permet de développer concrètement des solutions innovantes, tel que démontré par le Lab construction. Le **gouvernement provincial**, en partenariat avec l'industrie, doit financer et promouvoir ces projets.

Lire la suite : [Regards croisés sur les approches de recherche en économie circulaire et construction](#)

COMPLÉMENT : REGARDS CROISÉS SUR LES APPROCHES DE RECHERCHE EN ÉCONOMIE CIRCULAIRE ET CONSTRUCTION

Ce chapitre a été rédigé suite à une conversation guidée avec trois chercheurs du Lab construction¹, notamment autour de la thématique de l'interdisciplinarité et de l'interaction entre la recherche et le terrain.

Au cours de cette discussion, le rôle des chercheurs a également été abordé. Ils cherchent avant tout à partager et mettre en lumière les connaissances existantes, à replacer les enjeux dans un contexte historique plus large de la recherche et à faire part du potentiel de certaines solutions.

Les chercheurs peuvent agir alors comme des générateurs et des passeurs de connaissances sur le long terme (tout comme d'autres **parties prenantes**), tout en éclairant les différentes méthodologies et approches qui se développent au sein d'un domaine. Ces chercheurs jouent un rôle clé en cartographiant les obstacles et en dressant un état des lieux qui permet de prendre la mesure des enjeux. Cette démarche aboutit à la fois à la mise en lumière des perspectives et à l'identification des manquements en termes de connaissances ou d'outils. C'est d'ailleurs en créant un maillage complet entre différentes méthodes de recherche que les chercheurs peuvent obtenir une vision complète et claire de l'écosystème circulaire. Ce travail approfondi de diagnostic et de synthèse offre une base solide pour développer de nouveaux modèles conceptuels et pratiques qui sont adaptés aux besoins évolutifs du secteur. En s'appuyant sur ces perspectives et ces manquements, il devient possible d'imaginer et de construire de nouveaux fonctionnements pour l'avenir.

Les paragraphes suivants explorent les croisements, tensions et points de convergence au sein même de la recherche et en lien avec les parties prenantes du secteur.

Différentes approches pour surmonter les obstacles à la circularité

Les approches théoriques et pratiques apportent chacune une perspective unique qui se complètent.

1. avec les chercheurs Mathias Glaus (ÉTS), Bechara Helal (UdeM) et Carlo Carbone (UQAM) en octobre 2024, sous forme de deux entrevues

Alors que la théorie propose un cadre d'idées qu'il est nécessaire de tester face à la réalité, la pratique pour sa part permet de mieux comprendre les contraintes du terrain. En plus de se compléter, ces deux approches s'informent mutuellement et sont indispensables pour trouver des solutions adaptées aux freins à la circularité.

Ces dernières années, la manière de mener la recherche a évolué : autrefois principalement théorique, la recherche devient aujourd'hui plus pratique et collaborative. Pour ce faire, la recherche se fonde maintenant sur des processus itératifs qui mettent à contribution des professionnels, des utilisateurs et les milieux preneurs. Toutefois, la recherche théorique n'a pas été pour autant abandonnée et il existe parfois une séquence temporelle entre ces deux approches. Dans ce contexte, la recherche théorique ou fondamentale permet de « défricher » certaines questions, et par la suite un transfert ou des itérations ont lieu afin de faire le pont vers la recherche pratique ou appliquée dans le cadre de laquelle les parties prenantes terrains intègrent et modifient ces nouveaux apports théoriques. D'autres fois, l'initiation de la recherche se fait plutôt sur le terrain – lequel implique des enjeux dans un contexte territorial spécifique – et cette réalité empirique informe alors et dirige la recherche théorique. L'histoire de la philosophie des sciences nous apprend l'importance de la complémentarité de ces deux approches de recherche (conceptuel vers empirique VS empirique vers conceptuel) et il convient de l'appliquer dans le déploiement de l'économie circulaire dans notre société. Dans le cadre du Lab construction, l'utilisation de différentes approches dans un projet permet à toutes les parties prenantes de mieux communiquer et d'élaborer des recommandations pour aider à la prise de décision. Les méthodes sont ainsi au service du projet, et non l'inverse. Ce dernier point est d'autant plus vrai dans le cadre des recherches sur l'économie circulaire où chaque contexte territorial est unique. Les projets du Lab construction ont permis d'illustrer la manière dont différentes approches méthodologiques peuvent être réunies autour d'objectifs communs même lorsque chaque acteur a ses propres priorités et points de vue.

Des collaborations interdisciplinaires comme leviers pour la recherche d'impacts

L'économie circulaire, du fait de son caractère **systémique**, ne peut se développer dans des silos disciplinaires. Pour être efficace, elle nécessite une collaboration étroite entre les différents regards disciplinaires, de même qu'un langage commun entre ces disciplines afin d'aborder la complexité des enjeux liés à la transition vers l'économie circulaire. En ce sens, le Lab construction et l'écosystème de recherche qu'il a mis en place constituent de concert une voie qui est intéressante et prometteuse.

Dans ce contexte, il est important de distinguer la **multidisciplinarité** de l'**interdisciplinarité** : la première juxtapose les disciplines tandis que la seconde s'intéresse aux relations et communications entre ces mêmes disciplines. La recherche en économie circulaire doit impérativement être interdisciplinaire car elle doit favoriser la rencontre et l'échange entre les disciplines pour générer de nouvelles connaissances et ouvrir des champs de recherche inédits, à la hauteur de la portée des changements nécessaires à la circularité. Ces interactions amènent souvent à questionner et à adapter les méthodes de recherche en fonction des projets,

des objets d'étude ou des thématiques abordées. Pour cette raison, c'est souvent à travers les collaborations interdisciplinaires qu'il est possible d'appréhender la nature complexe et globale des défis tout en les relevant. En somme, l'interdisciplinarité est essentielle pour questionner et repenser collectivement un système établi. Ce travail en commun permet de dépasser les limites traditionnelles des disciplines et de coconstruire des solutions qui sont davantage adaptées aux enjeux de l'économie circulaire. En ce sens, le Lab construction illustre bien ce succès de l'interdisciplinarité². Il a non seulement renforcé les liens entre des disciplines – telles que l'architecture, l'ingénierie, le droit, l'urbanisme, l'administration des affaires, la science des données, et le design – mais a également mis en lumière de nouvelles pistes de recherche issues des échanges entre chercheurs de divers horizons. Il a également permis de créer un espace neutre qui permet d'avoir des discussions en dehors des schémas traditionnels de la recherche. La transdisciplinarité, c'est-à-dire le dépassement des frontières disciplinaires pour créer un véritable mélange des savoirs, où l'ensemble des disciplines sont réellement intégrées pour concevoir des solutions cohérentes, est également une approche qui permettrait d'ouvrir la recherche et l'innovation en circularité. Un exemple de transdisciplinarité dans le secteur de la construction est la nouvelle approche de « **conception intégrée** » qui rassemble les différents corps de métiers associés à un projet de construction (ingénierie, architecture, conception mécanique, entrepreneuriat général) pour mieux servir les intérêts du projet.

Une confrontation entre les intérêts détaillés de la recherche et la réalité complexe d'un secteur en transition

Dans un système en transition, les échanges et le partage de connaissances entre acteurs sont essentiels pour faire évoluer les pratiques. À cet effet, il est crucial de s'appuyer sur les informations provenant des projets spécifiques, lesquels s'enrichissent à leur tour à partir des défis systémiques identifiés par une approche globale. Ce va-et-vient entre une **vision systémique**, qui est souvent impulsée par le milieu académique, et des objectifs précis sur le terrain portés par les acteurs du secteur, permet de révéler de nouveaux potentiels de circularité et de mieux comprendre la **chaîne de valeur** qui y sous-tend. Notons aussi que les implications et engagements varient selon les acteurs offrant ainsi une approche qui est à notre sens bonifiée : les universitaires apportent une vue d'ensemble du système, tandis que les acteurs de l'industrie se concentrent sur un maillon spécifique de la chaîne de valeur. Cette divergence crée des tensions. Cependant, ces frictions sont productives car elles conduisent à des réflexions nouvelles et plus approfondies. Ainsi, le travail de **cocréation** de début du Lab s'est placé au niveau systémique, par la suite le travail par projets a été de type spécifique, puis la fin du Lab a proposé

2. Voir par exemple le projet [Économie circulaire à l'échelle d'un quartier](#)

un retour au niveau systémique, notamment à travers les webinaires³ qui ont apporté des regards croisés sur les enseignements issus des projets et la présente publication.

Dans une optique d'amélioration du secteur, le Lab construction a instauré une culture de la collaboration et de la **co-construction** par l'entremise des méthodes de recherche participatives. Il a réussi à accorder le temps nécessaire pour permettre aux acteurs d'échanger, d'évoluer, de réfléchir autrement et de mieux appréhender la complexité du système qui est à la fois multidisciplinaire et multi-acteurs. L'équipe du Lab construction du CERIEC va continuer à mobiliser la force de recherche au sein du Lab construction, la suite du Lab construction en cours de développement. Cette suite prendra en compte ces éléments de réflexion dans la mise en œuvre de son approche.

Des temporalités divergentes

Nous avons pu observer que les tensions entre les milieux académique et professionnel découlent en partie des différences de temporalités. Alors que les professionnels travaillent sur des objectifs à court terme, les chercheurs pour leur part se projettent sur le long terme. Il est cependant intéressant de noter qu'il existe une distinction au sein même des équipes de terrain : les équipes de conception (architectes, ingénieurs, designers) tendent à réfléchir au long terme tandis que les équipes de production (manufacturiers, fabricants) sont plus centrées sur des optimisations à court terme.

Le projet sur la [Construction modulaire et circulaire](#) a mis en lumière ces différences. Par exemple, en matière d'économie circulaire, les équipes de conception perçoivent la transition comme étant déjà en cours, alors que les équipes de production la voient plus lointaine en se demandant si elle répond à des besoins immédiats (notamment de rentabilité). Ces divergences influencent directement l'engagement des parties prenantes et doivent impliquer un travail de réconciliation entre les différentes phases d'un projet.

La diversité inhérente à la cocréation : source de complexité... et de richesse

Enfin, les méthodes participatives et de **cocréation** créent des tensions du fait qu'elles intègrent différentes réalités. Ces tensions vont de pair avec les processus de recherche qui sont plus longs et plus complexes dans le contexte d'approches participatives. Il convient de rappeler que les méthodes de recherche traditionnelles prenaient en compte la seule réalité des chercheurs alors que de nos jours les approches participatives incluent aussi les parties prenantes concernées dans leur démarche. Cette complexité n'est pas un frein en représentant

3. L'équipe du Lab construction a diffusé une [série de 8 webinaires](#) abordant de manière croisée les résultats des projets du Lab

plutôt une opportunité de collaboration entre les milieux académique et professionnel : les équipes de recherche peuvent accompagner les parties prenantes de terrain dans la collecte d'informations et aider dans la prise de décisions justes, éclairées et diversifiées, tandis que les milieux professionnels informent les équipes de recherche des enjeux réels de la transition circulaire du secteur. Ce type de collaboration a notamment été possible par l'impulsion du Lab Construction qui a dès le départ cherché à transformer les pratiques au lieu de s'intéresser uniquement à la production de nouvelles connaissances. En impliquant les parties prenantes, le Lab construction a pu appréhender la pluralité des réalités et ainsi faire émerger des tensions constructives qui alimentent la transition vers la circularité.

Les différents niveaux d'intervention pour la transition vers la circularité : matériaux, bâtiments, territoires

Le Lab construction a mis de l'avant trois niveaux d'intervention que sont les matériaux, les bâtiments et les territoires. L'idée de concevoir un bâtiment adapté à un contexte spécifique aujourd'hui, tout en permettant sa **déconstruction** dans un autre contexte plus tard, va bien au-delà des questions techniques. Cela soulève des enjeux liés aux conditions climatiques (vent, charges de neige, sismicité) et aux réglementations locales, tout en tenant compte des spécificités géopolitiques et socio-économiques de chaque territoire.

Ainsi, au sein d'un même territoire administratif (comme le Québec, par exemple), les contraintes géographiques, économiques, réglementaires et sociales peuvent varier considérablement d'une région à l'autre. Ces disparités créent un besoin croissant pour un découpage territorial adapté, capable de tenir compte des spécificités locales tout en soutenant une vision globale de l'économie circulaire. Ce constat pose alors une question cruciale : faut-il « sur-concevoir » (over-design) les projets pour préserver leur potentiel de circularité et éviter les limitations futures qui pourraient découler d'un contexte territorial différent ? Cette approche anticipative, bien qu'ambitieuse, soulève néanmoins des inquiétudes quant au risque de gaspillage potentiel de ressources dans le cas où cette circularité, pourtant prévue, ne se concrétiserait jamais.

Ces questionnements mettent en lumière une tension fondamentale entre la nécessité d'innover dans les pratiques et technologies constructives, et l'applicabilité concrète de ces innovations sur le terrain. En effet, certaines solutions conceptuelles, souvent développées dans un contexte théorique ou expérimental, peuvent sembler déconnectées des réalités pragmatiques auxquelles font face les acteurs de la construction : contraintes budgétaires, manque de compétences spécialisées, ou encore inertie des processus traditionnels.

Ces réflexions conduisent à une remise en question plus large de l'ensemble de la **chaîne de valeur** et d'approvisionnement. Comment garantir que les matériaux, les procédés et les infrastructures nécessaires pour mettre en œuvre ces innovations soient réellement disponibles et accessibles ? Parallèlement, elles interrogent les habitudes constructives actuelles, parfois ancrées dans des pratiques linéaires qui peinent à s'adapter aux exigences circulaires.

Pour réussir cette transition, il est donc essentiel de penser ces trois niveaux d'intervention — matériaux, bâtiments et territoires — de manière intégrée. Cela signifie développer des matériaux innovants et adaptés aux besoins circulaires, concevoir des bâtiments flexibles et démontables permettant une reconstruction optimale dans d'autres contextes, et intégrer ces approches à l'échelle des territoires pour garantir une cohérence entre innovation et réalité terrain. Une telle démarche favoriserait ainsi une transition réaliste, adaptée et durable vers une économie circulaire.

Annexe 1 – Liste des chercheurs ayant participé aux ateliers de cocréation de la publication

Nom	Université
Alan Carter	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Annie Levasseur	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Augustin Fanier	HEC Montréal
Bechara Helal	UdeM – Université de Montréal
Carlo Carbone	UQAM – Université du Québec à Montréal
Cécile Bulle	UQAM – Université du Québec à Montréal
Danielle Monfet	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Diego Ramirez-Cardona	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Emmanuel Benoît Raufflet	HEC Montréal
Erik Poirier	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Ivanka Iordanova	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Laurence Turcotte	Université Laval
Laurent Gagné	Université Laval
Léopold Wambersie	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Louis Garban	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Maël Lahmar	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Marc Journeault	Université Laval
Marc-André Bérubé	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Marianne Tollemer	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Mathias Glaus	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Mathieu Bendouma	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Michel Vaillancourt	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Tasseda Boukherroub	ÉTS – École de Technologie Supérieure
Thomas Jonard	Université de Sherbrooke

Annexe 2 – Liste des figures

À moins de précision, toutes les figures appartiennent au Lab construction.

[Figure 1 : Stratégie de transfert de connaissances du Lab construction](#)

[Figure 2 : Schéma de l'économie circulaire ↴](#)

[Figure 3 : Exemples de stratégies et d'actions pour appliquer l'économie circulaire au secteur de la construction — identification préliminaire](#)

[Figure 4 : Mobilisation des acteurs dans le dispositif de lab](#)

[Figure 5 : Maillons de la chaîne de valeur de la construction](#)

[Figure 6 : dispositif de cocréation du Lab construction](#)

[Figure 7 : Vision d'ensemble d'une filière construction plus circulaire développée par les parties prenantes](#)

[Figure 8 : Liste des freins prioritaires par étape](#)

[Figure 9 : Liste des freins transversaux](#)

[Figure 10 : Liste des solutions ayant émergé du processus](#)

[Figure 11 : Schéma de la circularité appliquée au secteur de la construction et les 19 projets du Lab construction](#)

[Figure 12 : Répartition des organisations participant au Lab par type](#)

[Figure 13 : Répartition proportionnelle des personnes participant au Lab par maillon de la chaîne de valeur](#)

[Figure 14 : Arbre décisionnel pour choisir la bonne stratégie de circularité \(adapté de Great London Authority, s.o.\)](#)

[Figure 15 : Couches du bâtiment et durée de vie \(adapté de Brand, 1994\)](#)

[Figure 16 : Étapes et modules de l'ACV pour l'ensemble du bâtiment selon ISO 21930 : 2017 \(E\)](#)

[Figure 17 : Cadre de traçabilité](#)

[Figure 18 : Schémas de principe du réseau de chaleur](#)

[Figure 19 : Certains résultats de la déconstruction sur les deux sites](#)

[Figure 20 : Un nouveau plan d'aménagement pour le centre de réemploi](#)

[Figure 21 : Exemple des relations entre les enjeux pour une opération donnée](#)

[Figure 22 : Exemples d'interventions circulaires en façade](#)

[Figure 23 : Installation d'un conteneur compartimenté et de la signalétique associée](#)

[Figure 24 : Organisation de la ligne de démantèlement](#)

[Figure 25 : Débouchés pour les bardeaux d'asphalte post-consommation au Québec](#)

[Figure 26 : Exigences pour les essais réalisés sur les enrobés à fort taux de GBR](#)

[Figure 27 : Modélisation dynamique d'un métabolisme urbain](#)

[Figure 28 : Exemples de scénarios tenant compte de stratégies circulaires à l'échelle d'un quartier](#)

Annexe 3 – Liste des références

1. **Brand, S.** (1994). *How buildings learn: What happens after they're built*. Viking Press. ↵
2. **CIRPASS Project.** (n.d.). *Accueil*. <https://cirpassproject.eu/> ↵
3. **Construction Circulaire.** (2024). *Accueil*. <https://constructioncirculaire.com> ↵
4. **Construction Circulaire.** (2024). *Les 19 projets du Lab construction* (28 mai 2024). https://constructioncirculaire.com/wp-content/uploads/2024/05/LabCo_livret-numerique_05-28-2024.pdf ↵
5. **CERIEC.** (2024). *Série de 8 webinaires [Playlist You Tube]*. https://www.youtube.com/watch?v=zVnpCKKSkT0&list=PLSIBuGa7EL_FNM-hIfJaYSaCGtIDGDH2h ↵
6. **École de technologie supérieure (ÉTS).** (2022). *Plan stratégique 2022-2027*. <https://planstrategique2022-2027.etsmtl.ca/> ↵
7. **Elliot, D., & Levasseur, A.** (2022). System dynamics life cycle-based carbon model for consumption changes in urban metabolism. *Ecological Modelling*, 456, 109714. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.109714> ↵
8. **Gouvernement du Canada.** (2024). *Tendances du marché du travail – Secteur de la construction au Québec*. <https://www.guichetemplois.gc.ca/analyse-tendances/rapports-marche-travail/quebec/construction> ↵
9. **Henry, G., Guyon, T., Martell, Y., Verstichel, P., Goffin, D., & Vigneron, L.** (2021). *Les marqueurs Living Lab* (Version française). Institut Godin, Académie du Management, SGL, & WeLL. <https://www.marqueurs-livinglab.org/> ↵
10. **Institut EDDEC & RECYC-QUÉBEC.** (2018). *Schéma de l'économie circulaire*. ↵
11. **International Energy Agency & United Nations Environment Programme.** (2017). *Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector: Global status report 2017*. [https://web.archive.org/web/20200822034840/https://www.worldgbc.org/sites/default/files/UNEP%20188_GABC_en%20\(web\).pdf](https://web.archive.org/web/20200822034840/https://www.worldgbc.org/sites/default/files/UNEP%20188_GABC_en%20(web).pdf) ↵
12. **National Zero Waste Council, Fédération canadienne des municipalités, Recycling Council of Alberta, & RECYC-QUÉBEC.** (n.d.). *Villes et régions circulaires*. <https://canadiancircularcities.ca/> ↵
13. **Québec Circulaire.** (n.d.). *Accueil*. <https://www.quebeccirculaire.org/> ↵
14. **Racine, I., Christofferson, C., & Sutt-Wiebe, N.** (2021). *Circular economy global sector best practices series*. Smart Prosperity Institute. https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/Construction_Best%20Practices.pdf ↵
15. **RECYC-QUÉBEC.** (2020). *Étude sur la mise en marché et la gestion de fin de vie des revêtements de toitures*. <https://www.recyq-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/etude-mise-en-marche-et-gestion-toitures.pdf> ↵
16. **RECYC-QUÉBEC.** (2023). *Bilan 2021 de la gestion des matières résiduelles au Québec*.

<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2021-complet.pdf>
↵

17. **Renz, A., et al.** (2016). *Shaping the future of construction: A breakthrough in mindset and technology*. World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report_.pdf ↵

GLOSSAIRE DES TERMES UTILISÉS

10R

10 stratégies reconnues de circularité qui commencent toutes par la lettre 'R' : refuser, repenser, réduire, réutiliser, réparer, rénover, refabriquer, remanier, recycler, récupérer.

achat responsable

Achat de biens ou de services auprès d'un fournisseur ou d'un prestataire sélectionné pour minimiser les impacts environnementaux et sociétaux, et favoriser les bonnes pratiques en termes d'éthique et de droits humains.

ACV

Analyse du cycle de vie : analyse visant à déterminer et à mesurer les impacts environnementaux, les conséquences sociales ou les coûts d'un produit ou d'un procédé tout au long de son cycle de vie.

adaptabilité

Caractère d'un bâtiment qui peut être modifié pour s'adapter à des besoins changeants.

analyse de cycle de vie

Analyse visant à déterminer et à mesurer les impacts environnementaux, les conséquences sociales ou les coûts d'un produit ou d'un procédé tout au long de son cycle de vie.

approche cycle de vie

Approche qui vise à prendre en compte les impacts environnementaux, les conséquences sociales ou les coûts d'un produit ou d'un procédé tout au long de son cycle de vie. Elle peut être mise en oeuvre via une Analyse du Cycle de Vie.

approche systémique

Dans le cas du Lab construction, il s'agit de tenir compte de l'ensemble de la chaîne de valeur et de l'ensemble des enjeux d'une problématique donnée, afin de faire les choix les plus pertinents et de tenir compte de leurs effets ailleurs dans la chaîne de valeur. L'économie circulaire, pour fonctionner, doit

travailler à l'échelle du système et non à l'échelle d'un produit, d'une organisation ou d'un maillon de la chaîne de valeur.

approvisionnement responsable

Mode d'approvisionnement qui tient compte de critères environnementaux, sociaux et économiques dans une perspective de développement durable.

ateliers de cocréation

Ateliers virtuels, animés par l'équipe d'un lab, afin de franchir les différentes étapes du dispositif. Le temps consacré aux interactions entre les parties prenantes lors de ces ateliers est important.

BAPC

Bardeau d'asphalte postconsommation.

BCI

Building Circularity Index, Indice de circularité du Bâtiment.

boucle courte

Parcours emprunté par une matière ou un produit dans un système de production et de consommation, qui s'effectue sur un territoire restreint et dans laquelle peu de transformations de produits et peu de nouvelles ressources sont nécessaires.

chaîne de valeur

Ensemble d'activités créatrices de valeur, mises en évidence par l'analyse de l'ensemble des activités d'une organisation, depuis la conception d'un produit jusqu'à son lancement.

chaussées non revêtues

Toute route (ou chemin) dont la surface est faite de terre, d'argile, de gravier ou de sable.

CIRAIG

Centre international de référence sur l'analyse du cycle de vie et la transition durable.

clauses de performance

Exigences, au sein d'un devis par exemple, qui prescrivent des matériaux répondant à des critères de performance plutôt que des exigences liées à la composition des matériaux. Le recours aux critères de performance permet de favoriser l'innovation, l'obtention de matériaux durables et performants.

co-construction

Processus par lequel divers acteurs, sur un pied d'égalité, collaborent de manière volontaire en vue de l'atteinte d'un but commun.

cocréation

Mode d'émergence des idées dominant au sein du Lab construction - les idées sont créées avec et par les parties prenantes, afin de refléter leurs enjeux et besoins réels.

conception intégrée

Pratique visant à rassembler les différents intervenants d'un projet de construction, et ce de la planification initiale à l'occupation du bâtiment. Ainsi, les gestionnaires, les promoteurs, les architectes, les ingénieurs, les experts-conseils, les urbanistes, les entrepreneurs et les clients collaborent entre eux pour atteindre un objectif commun, soit l'optimisation du processus de conception et de construction du bâtiment.

construction modulaire

Système constructif réalisé en usine qui consiste en un bâtiment conçu d'un ou de plusieurs modules qui seront transportés sur un terrain pour y être assemblés.

CRD

Construction, Rénovation, Démolition. Par extension, le sigle CRD désigne les matières résiduelles issues des activités de Construction, Rénovation, Démolition.

cycle de vie

Ensemble des étapes de la vie d'un produit, d'un procédé ou d'un service.

déconstruction

Démantèlement sélectif d'un bâtiment ou d'un ouvrage, effectué de manière à récupérer certains de ses éléments constitutifs en vue de leur emploi ou de leur recyclage.

démontabilité

Aptitude à être démonté, ouvrant la possibilité de préserver ou réutiliser les matériaux impliqués.

déplacements d'impact

Le fait de transférer des impacts environnementaux d'une étape du cycle de vie à l'autre ou d'un critère d'impact à l'autre.

Design for Manufacturing and Assembly (DfMA)

Une méthodologie d'ingénierie qui se concentre sur la simplification de la conception d'un produit afin d'améliorer la facilité de fabrication et l'efficacité de l'assemblage.

développement durable

Développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs en s'appuyant sur une vision à long terme qui prend en compte le caractère indissociable des dimensions environnementale, sociale et économique des activités de développement.

DfAD

Design for Adaptability, Conception en vue de l'adaptabilité.

don et revente

Cession d'un bien usagé à une autre personne physique ou morale, sans contrepartie dans le cas du don, avec contrepartie (généralement à un prix moindre que lors de la vente initiale) dans le cas de la revente.

donneurs d'ouvrage

Le donneur d'ouvrage est la personne qui engage l'entrepreneur pour des travaux de conception, construction, rénovation, démolition ou déconstruction.

écoconception

Conception de matériaux, de bâtiments, quartiers ou procédés caractérisée par le souci de réduire ou de prévenir les impacts environnementaux tout au long de leur cycle de vie.

écologie industrielle

Approche de gestion des systèmes de production industrielle qui a pour objet la réduction de leurs effets

négatifs sur l'environnement par le rapprochement de leur fonctionnement de celui des écosystèmes, lequel est caractérisé par une utilisation optimale et cyclique des ressources.

économie circulaire

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.

économie collaborative

Modèle économique reposant sur la circulation des ressources entre particuliers, avec ou sans intermédiaire, au moyen de diverses pratiques collaboratives. Cette stratégie peut favoriser l'intensification de l'usage des ressources et/ou l'allongement de leur durée de vie.

économie de fonctionnalité

Modèle économique reposant sur la vente de la mise à disposition d'un bien matériel ou d'un service plutôt que sur la vente du bien ou du service lui-même, notamment dans le but d'éviter la surconsommation de ressources et de favoriser la production de biens durables et réparables.

économie linéaire

Système de production, d'échange et de consommation où les ressources sont extraites puis utilisées pour fabriquer des produits qui seront ensuite livrés, consommés puis jetés, sans prise en compte de la capacité de support des écosystèmes.

effets rebond

Phénomène par lequel l'amélioration de certains produits et technologies, laquelle vise notamment à utiliser moins de ressources, conduit plutôt, à la suite d'une réorientation des besoins, à une consommation accrue de ressources.

ELEC

Écosystème de laboratoires d'accélération en économie circulaire

enfouissement

Dépôt définitif de matières résiduelles sur ou dans le sol.

Entretien et réparation

Action de maintenir ou de remettre en bon état d'utilisation, un produit, une installation ou un local, et ainsi de prolonger sa durée de vie.

équipes solution

Au sein d'un lab, les équipes de personnes qui travaillent autour d'une solution donnée, afin de faire émerger, de mettre en oeuvre et de suivre l'avancement d'un projet d'expérimentation concret.

étapes du cycle de vie

Toutes les étapes de la vie d'un produit, d'un procédé ou d'un service, depuis sa conception et sa fabrication jusqu'à sa fin de cycle et son éventuelle réintégration dans l'économie.

événement interlabs

Événement annuel, organisé par le CERIEC, qui rassemble les parties prenantes mobilisées par les différents labs d'accélération de l'Écosystème de labs d'accélération en économie circulaire.

expérimentation terrain

Mode de test des solutions circulaires identifiées dans le cadre du Lab, pour s'assurer qu'elles soient pratiques et applicables dans le contexte réel du milieu.

filière

Ensemble des activités d'une industrie, qui se succèdent et permettent à un produit ou à un service d'intégrer un marché.

GBR

Granulats Bitumineux Recyclés.

GES

Gaz à Effet de Serre.

indice de circularité

Mesure de la quantité de ressources provenant de matières circulant en boucle dans un système

économique défini, pour une période donnée, par rapport à la quantité totale de ressources utilisées dans ce système, pendant cette même période.

interdisciplinarité

Interaction de deux ou plusieurs disciplines ou spécialités à la fois, organisées en fonction d'un projet à réaliser ou d'un problème à résoudre.

internalisation des coûts

Inclusion dans les transactions économiques de la valeur des coûts généralement considérés comme externes d'une activité de production ou de consommation (par exemple, les coûts d'extraction des matières ou de gestion des matières résiduelles).

interopérabilité des données

Capacité que possèdent des systèmes de données hétérogènes à fonctionner conjointement, grâce à l'utilisation de langages et de protocoles communs, et à donner accès à leurs ressources de façon réciproque.

KPI

Indicateurs de performance clé (Key Performance Indicators en anglais).

laboratoire vivant

Dispositif basé sur l'expérimentation et la cocréation avec les parties prenantes qui vise à identifier des solutions contribuant à une accélération de la transition du secteur de la construction vers une économie circulaire.

Lean Six Sigma

Méthode de management de la qualité qui s'appuie sur l'amélioration de la performance des processus en éliminant systématiquement les déchets, temps-morts et gaspillages (le superflu) tout en améliorant la qualité, la standardisation (réduction des variations) et l'adéquation au besoin client.

Location d'équipement

Action de louer la propriété d'autrui. Cela permet l'intensification de l'usage des équipements.

logistique inverse

Un système de gestion logistique des produits qui se base sur le retour, la récupération ou le recyclage des produits vers l'entreprise de production.

logistiques circulaires

Processus de planification, d'implantation, de suivi et de contrôle qui vise à maximiser la création de valeur et la réduction ou l'optimisation de l'utilisation des ressources. Cela peut passer par l'emploi de procédés adéquats de traitement des flux au moyen d'une gestion efficiente des matières premières et de leur transport, des encours de production, des produits finis et de l'information pertinente, sur l'ensemble de la chaîne de valeur.

massification des gisements

Opération qui rassemble les matières résiduelles par flux, de façon à constituer des quantités significatives avant qu'elles soient envoyées en filières spécifiques de traitement.

matières résiduelles

Résidus, substances ou objets qui sont abandonnés ou destinés à l'abandon, et qui sont susceptibles d'être valorisés.

MCI

Material Circularity Indicator, Indice de circularité des matériaux.

MELCCFP

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (au Québec).

métabolisme urbain

Ensemble des transformations et des flux de matières et d'énergie qui résultent des activités industrielles et socioéconomiques ayant lieu au sein d'un milieu urbain.

méthode DMAIC

Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler : phases de mise en œuvre des principes d'amélioration des processus Six Sigma.

microsurfaçage

Le micro-surfaçage est composé d'émulsions de bitume modifiées aux polymères mélangées à des granulats concassés bien calibrés, des charges minérales, de l'eau et des adjuvants.

MTMD

Ministère des Transports et de la Mobilité durable (au Québec).

multidisciplinarité

Juxtaposition de disciplines diverses.

Optimisation des opérations

Amélioration ou modification des techniques, des technologies, des procédés ou des processus employés au sein d'une organisation dans le but de réduire les ressources nécessaires à certaines activités ou d'en maximiser l'utilisation.

parties prenantes

Les parties prenantes sont l'ensemble des personnes ayant un intérêt plus ou moins direct dans les thématiques traitées par le Lab, et ses projets. Le niveau de participation au Lab des parties prenantes est variable.

passport numérique des produits

Fiche produit numérique et dynamique qui fournira des informations sur l'origine, la composition, les options de réparation et de démontage d'un produit ainsi que la manière dont les différents composants peuvent être recyclés. Le passeport numérique des produits (DPP) est une exigence du règlement européen sur l'écoconception pour des produits plus durables - (ESPR), dont l'entrée en vigueur est prévue de façon progressive à compter de 2027.

PCI

Product Circularity Index, indice de circularité des produits. À ne pas confondre avec le Processus de Conception Intégré, terme également utilisé dans cet ouvrage.

PIB

Produit intérieur brut : cet indicateur standard représente la valeur de tous les biens et services finals produits au sein d'une région ou d'un pays au cours d'une période donnée.

PIIA

Plan d'implantation et d'intégration architecturale.

processus de conception intégrée

pratique visant à rassembler les différents intervenants d'un projet de construction, et ce de la planification initiale à l'occupation du bâtiment. Ainsi, les gestionnaires, les promoteurs, les architectes, les ingénieurs, les experts-conseils, les urbanistes, les entrepreneurs et les clients collaborent entre eux pour atteindre un objectif commun, soit l'optimisation du processus de conception et de construction du bâtiment.

Product-Service System

Modèle d'affaires qui offre un ensemble intégré de produits et de services.

reconditionnement

Remise à neuf d'un produit usagé, ou de l'un de ses composants, effectuée au moyen d'une suite d'étapes standardisées visant à rétablir ses performances ou sa qualité d'origine et à prolonger sa durée de vie.

recyclage

Processus par lequel une matière résiduelle subit des transformations afin d'être utilisée comme matière première dans la fabrication d'un nouveau produit.

recyclage et compostage

Processus par lequel une matière résiduelle subit des transformations afin d'être utilisée comme matière première dans la fabrication d'un nouveau produit (recyclage) ou afin d'être transformée en compost (compostage).

réemploi

Opération par laquelle on utilise une matière résiduelle ou un bien de consommation de nouveau, sans en modifier les propriétés.

Responsabilité Élargie des Producteurs

Approche selon laquelle certaines entreprises, généralement par obligation réglementaire, s'assurent de la gestion des produits qu'elles mettent sur le marché, suite à leur fin de vie utile.

ressources vierges

Ressources ou matières premières directement issues des ressources naturelles.

réutilisation adaptative

Pratique consistant à prolonger la durée de vie de bâtiments existants en changeant leurs usages et/ou en favorisant leur rénovation plutôt que leur démolition et remplacement.

RITMRG

Régie Intermunicipale de Traitement des Matières Résiduelles de la Gaspésie.

ROI

Retour sur investissement (Return on Investment)

SCI

System Circularity Index, Indice de circularité du système.

servicisation

Processus dans lequel les entreprises élargissent leur offre en intégrant des services à valeur ajoutée à leurs produits.

SIG

Système d'Information Géographique.

sobriété

Démarche individuelle ou collective qui vise une consommation modeste en ressources, dans le but de réduire les besoins en ressources d'une collectivité ou, plus généralement, de limiter l'incidence des activités humaines sur l'environnement.

stratégies d'économie circulaire

Ensemble des moyens qui peuvent être mis en place pour progresser vers l'économie circulaire.

taux de récupération

Rapport entre la quantité de résidus récupérée et la quantité de résidus générée.

traçabilité

La capacité de suivre et de tracer l'historique, l'emplacement, l'application et le mouvement des matériaux, des produits ou des systèmes, du point d'origine au point de consommation ou d'élimination, tout en fournissant des informations détaillées sur les processus de transformation, les intermédiaires et les acteurs impliqués à chaque étape de la chaîne de valeur.

valorisation

Opération qui consiste à donner une utilité à des matières résiduelles, à des coproduits ou à des sous-produits, ou à en augmenter la valeur. La valorisation énergétique consiste à leur faire subir un traitement thermique ou chimique et à récupérer l'énergie ainsi produite.