

# Rapport

## Introduire la circularité dans la conception des projets de rénovation et de construction de bâtiments

Équipe solution #1 – Développer des outils en amont pour les donneurs d'ouvrage



Auteur.trice.s :

Aure Adell, Alexandre Gauthier et Sarah Teigeiro (ECPAR)

Catherine Choquette et Marie-Hélène Dufour (CrRDG)

Date : 31 janvier 2024

Le lab construction est un projet du Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire de l'ÉTS (CERIEC).

# Table des matières

1.	INTRODUCTION .....	3
1.1.	Objectifs du projet .....	3
1.2.	Méthodologie .....	3
1.3.	Structure du rapport .....	5
2.	IMPACTS DU CYCLE DE VIE DES BÂTIMENTS.....	6
2.1.	Consommation d'énergie dans l'utilisation du bâtiment.....	6
2.2.	Production des matériaux de construction.....	9
2.3.	Choix des matériaux.....	12
2.4.	Conclusion du chapitre .....	13
3.	CIRCULARITÉ DANS LA CONCEPTION DES PROJETS DE CONSTRUCTION ET DE RÉNOVATION .....	14
3.1.	Refuser la construction d'un nouveau bâtiment .....	15
3.2.	Bâtir pour une utilisation intensive et à long terme .....	15
3.2.1.	Augmenter l'utilisation du bâtiment.....	15
3.2.2.	Concevoir pour le long terme .....	16
3.2.3.	Concevoir pour l'adaptabilité.....	17
3.2.4.	Concevoir pour le désassemblage .....	18
3.3.	Bâtir efficacement.....	19
3.3.1.	Refuser les composants non nécessaires.....	19
3.3.2.	Augmenter l'efficacité des matériaux.....	19
3.4.	Bâtir avec les bons matériaux .....	20
3.4.1.	Réduire l'utilisation de matériaux vierges et non-renouvelables .....	20
3.4.2.	Réduire l'utilisation de matériaux à forte intensité en carbone .....	21
3.4.3.	Réduire l'utilisation de matériaux dangereux et polluants.....	21
3.5.	Conclusion du chapitre .....	22
4.	CADRE JURIDIQUE POUR L'APPROVISIONNEMENT PUBLIC DANS LE SECTEUR DE LA CONSTRUCTION AU QUÉBEC.....	23
4.1.	Grands principes .....	24
4.2.	Modes d'adjudication .....	27
4.3.	Rédaction des appels d'offres.....	29
4.4.	Autres considérations légales liées à la circularité dans le secteur de la construction.....	30
4.5.	Conclusion du chapitre .....	32

5.	INTÉGRATION DE LA CONCEPTION POUR LA CIRCULARITÉ DANS LES PROCESSUS D'APPROVISIONNEMENT .....	34
5.1.	Phases des projets de construction et de rénovation des bâtiments .....	34
5.1.1.	Phase de planification du projet .....	34
5.1.2.	Phase de conception du projet .....	36
5.2.	Outil de clauses de conception pour faciliter l'économie circulaire dans les bâtiments .....	37
5.3.	Terrains d'expérimentation .....	37
5.3.1.	Sélection des terrains d'expérimentation.....	37
5.3.1.	Pilotage de l'outil par Hydro-Québec .....	38
5.3.2.	Pilotage de l'outil par l'Université de Sherbrooke .....	39
5.3.3.	Pilotage de l'outil par la municipalité de Saint-Denis-de-Brompton .....	39
5.3.4.	Apprentissages des terrains d'expérimentation .....	39
5.4.	Conclusion du chapitre .....	40
6.	CONCLUSION.....	41
7.	RÉFÉRENCES.....	42
	ANNEXE I – DÉTAILS DE LA REVUE DE LA LITTÉRATURE .....	46
	ANNEXE II – PRÉSENTATIONS DE L'ATELIER DE COCRÉATION.....	48
	ANNEXE III – OUTIL « CLAUSES DE CONCEPTION POUR FACILITER L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LES BÂTIMENTS » .....	49
	ANNEXE IV – ÉTUDE DE CAS D'HYDRO-QUÉBEC .....	50

## 1. INTRODUCTION

---

Avec la croissance démographique mondiale actuelle grimant à 200 000 personnes par jour dans les milieux urbains, le développement de nouveaux bâtiments et d'infrastructures devient un besoin grandissant à l'échelle mondiale (Racine et al., 2021; Renz et al., 2016). Selon un rapport des Nations-Unis, 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 années (International Energy Agency & United Nations Environmental Programme, 2017).

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 liées, et de la production de déchets (Racine et al., 2021; International Energy Agency, 2022). Au Canada, le secteur des bâtiments est responsable de 12 % des émissions nationales de gaz à effet de serre (Racine et al., 2021). 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 (Racine et al., 2021). Au Québec, le taux de recyclage des résidus de CRD en 2021 était de 25 % (RECYC-QUÉBEC, s.d.).

Avec un taux d'utilisation et de consommation des ressources aussi élevé, il existe de nombreuses occasions pour le secteur de la construction d'intégrer des pratiques d'économie circulaire afin de réduire les impacts environnementaux.

### 1.1. Objectifs du projet

Dans le cadre des ateliers de cocréation du laboratoire d'accélération en économie circulaire pour le secteur de la construction (le lab construction) porté par le Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire (CERIEC) de l'École de technologie supérieure (ÉTS), les parties prenantes du secteur ont constaté que plusieurs des stratégies de circularité pour l'environnement bâti sont freinées dû au manque de considération de la circularité dans la conception des bâtiments. Cela a incité la mise en place de l'équipe « Solution n°1 : Développer des outils en amont pour les donneurs d'ouvrage », avec l'objectif **d'outiller les organisations contractantes à introduire l'économie circulaire dans la planification et la conception de projets de construction et rénovation de bâtiments.**

Pour y arriver, les objectifs spécifiques de l'équipe Solution n°1 sont de :

- Présenter l'importance de la circularité des matériaux des bâtiments dans une perspective de cycle de vie;
- Identifier différentes mesures à intégrer dans la planification et la conception des projets de construction et de rénovation pour faciliter l'économie circulaire tout au long du cycle de vie des bâtiments;
- Outiller les donneurs d'ouvrage à introduire ces mesures dans les contrats de services professionnels pour la conception des projets de construction et de rénovation des bâtiments.

### 1.2. Méthodologie

La méthodologie du projet, répartie en cinq étapes, repose sur la construction d'un état des connaissances quant à l'importance de la circularité des matériaux pour réduire les impacts environnementaux et sociaux des bâtiments tout au long de leur vie utile et à l'identification de stratégies et de mesures d'économie circulaire à

mettre en place dès la conception afin de réduire les impacts négatifs. L'information obtenue permet de déterminer, avec les parties prenantes du secteur, un outil portant sur des clauses d'approvisionnement responsable pour intégrer l'économie circulaire dans la planification des projets et, particulièrement, dans les appels d'offres de services professionnels pour la conception et l'élaboration des plans et devis des projets.

### Revue de la littérature

La revue de littérature constitue la première étape de la recherche et détermine les sources des impacts environnementaux des bâtiments, les stratégies de conception « circulaire », de même que les initiatives et critères à mettre en place par les donneurs d'ouvrage du secteur de la construction en amont des projets de construction et rénovation des bâtiments afin de réduire les impacts en aval.

La revue cible la littérature scientifique ainsi que la littérature grise. La pertinence et la validité des sources reposent d'abord sur des auteurs et des spécialistes reconnus et acceptés par une communauté de scientifiques ou de professionnels. Pour l'ensemble des sources, des critères tels que la provenance, l'actualité et la date de publication ainsi que la crédibilité des sources de l'auteur sont pris en considération.

La moitié des informations extraites de la littérature proviennent de guides destinés aux institutions publiques et aux donneurs d'ouvrage du secteur de la construction et d'articles de revues scientifiques (analyses d'impacts, analyses de cycle de vie, etc.). Des éléments pertinents ont également été obtenus dans les rapports techniques, les études de cas ainsi que des fiches de critères sur différents aspects de l'économie circulaire en lien avec le secteur de la construction. D'autres documents abondants en information, tels que des normes de certification, des recueils d'exemples de pratiques, des essais de maîtrise, des sites internet et des plans stratégiques ont également été consultés. Voir l'annexe I pour plus de détails.

### Cadre juridique de l'approvisionnement public au Québec et revue de la littérature connexe

En deuxième étape, les normes régissant les appels d'offres des organismes publics pour l'octroi des contrats de construction au Québec ont été identifiés à partir de la réglementation applicable dans ce domaine. De plus, certains documents gouvernementaux liés à l'approvisionnement responsable ont également été répertoriés. Finalement, une revue de littérature scientifique (articles, rapports d'expertise, thèses et mémoires, etc.) a été effectuée pour documenter l'analyse du cadre juridique.

### Cartographie des processus internes

La troisième étape de la recherche est la cartographie des processus internes de gestion des projets de construction, afin d'identifier : les étapes des projets de construction, les procédures internes et les outils déjà en place dans lesquels intégrer la circularité, et les intervenant·e·s internes et externes mobilisé·e·s à chacune des étapes, pour assurer le déploiement coordonné et efficace de la démarche. Cette cartographie est réalisée à partir d'entrevues avec différents donneurs d'ouvrage et de discussions à l'issue d'ateliers de cocréation.

### Ateliers de cocréation

La mise en place d'espaces de dialogue et de coordination entre les parties prenantes (les ateliers de cocréation) représente la quatrième étape de la recherche. Cette étape vise à permettre aux acteurs du milieu de mieux comprendre les bases scientifiques du concept de circularité dans les projets de construction, d'explorer les solutions identifiées aux étapes précédentes et d'engager la discussion sur les mesures et les critères à déployer dans les phases de planification et d'approvisionnement de services professionnels afin d'intégrer la circularité dans la conception des projets de construction. Ces discussions et échanges servent à la cocréation de l'outil de clauses pour la circularité dans la conception des projets de construction et de rénovation à piloter dans l'étape suivante. Voir l'annexe II pour accéder aux présentations des six ateliers de cocréation.

### Terrains d'expérimentation

La cinquième étape de la recherche est le pilotage de l'outil de clauses développé précédemment dans des terrains d'expérimentation réels. Cette étape permet de tester l'outil coconstruit dans trois terrains d'expérimentation impliquant des organisations ayant différentes caractéristiques afin d'identifier les points d'amélioration de l'outil et de documenter des apprentissages à partager avec d'autres donneurs d'ordres pour son utilisation.

### 1.3. Structure du rapport

Le présent document constitue la version finale des travaux menés par l'Équipe solution n°1 et est structuré en fonction des cinq étapes de la recherche.

Ce premier chapitre présente les objectifs du projet et les méthodes de recherches utilisées pour le mener.

Le chapitre 2 présente les principaux impacts environnementaux des bâtiments tout au long de leur cycle de vie, afin de comprendre l'importance d'intégrer les stratégies de l'économie circulaire liées aux matériaux dans la construction et rénovation des bâtiments.

Le chapitre 3 introduit les différentes mesures à mettre en place dans la conception des bâtiments afin de permettre une utilisation efficace des matériaux tout au long de la vie utile des bâtiments ainsi qu'en fin de vie et ainsi contribuer à réduire les impacts environnementaux du secteur.

Le chapitre 4 décrit et analyse le cadre juridique de l'approvisionnement public dans le secteur de la construction au Québec.

Le chapitre 5 expose les étapes principales des processus de gestion des projets de construction et rénovation, propose comment intégrer l'économie circulaire dans les phases clés de planification et conception et présente les leçons apprises dans les terrains d'expérimentation du projet.

Finalement le chapitre 6 présente les principales conclusions des travaux réalisés.

## 2. IMPACTS DU CYCLE DE VIE DES BÂTIMENTS

Afin d’identifier les impacts et « points chauds » d’un bâtiment et pouvoir adopter les pratiques prioritaires qui permettront de les réduire, l’analyse du cycle de vie s’avère pertinente puisqu’elle offre une vue d’ensemble des impacts du bâtiment, dès sa construction en fonction du projet conçu jusqu’à sa fin de vie (Dodd et al., 2016).

La Figure 2.1 présente les différentes étapes du cycle de vie d’un bâtiment selon le standard EN 15978:2011 Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Évaluation de la performance environnementale des bâtiments – Méthode de calcul.

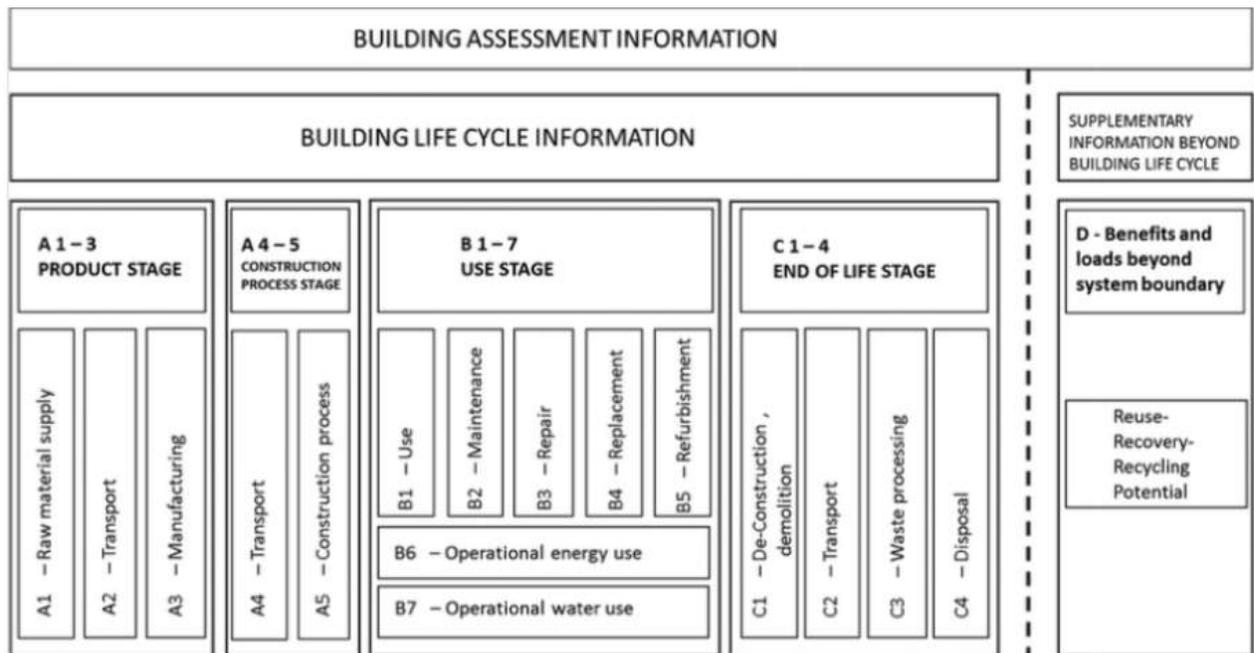


Figure 2.1 Étapes de cycle de vie d’un bâtiment selon le standard EN 15978:2011 (tiré de Donatello, 2022a)

La revue de la littérature a permis de réaliser certains constats concernant les différents points chauds des bâtiments et l’importance des stratégies de circularité des matériaux afin de réduire les impacts environnementaux des bâtiments, malgré les variations importantes entre différentes analyses des impacts de cycle de vie et les limitations de cet instrument de mesure et d’analyse.

### 2.1. Consommation d’énergie dans l’utilisation du bâtiment

Encore aujourd’hui, la phase d’utilisation représente la source principale d’impacts environnementaux des bâtiments, en raison de la forte consommation d’énergie durant cette phase et du type d’énergie utilisée pour alimenter le bâtiment (Dodd et al., 2016; Donatello et al., 2022a; Mirzaie et al., 2020; Roy, 2017). Le chauffage, la ventilation et la climatisation ainsi que l’éclairage représentent les principales sources d’utilisation d’énergie dans un bâtiment (Dodd et al., 2016).

Si seulement les émissions de gaz à effet de serre (GES) sont prises en considération, selon une étude avec des données de plus de 200 bâtiments, la consommation d'énergie pendant l'utilisation des bâtiments est responsable d'entre 70 % à 80 % des GES pour la plupart des bâtiments existants (Röck et al., 2020). Le poids relatif de l'énergie opérationnelle reste prépondérant dans des bâtiments qui ne sont pas à faible consommation énergétique lorsque toutes les catégories d'impacts (pas seulement les GES) sont considérées, pondérées et normalisées sur une valeur unique comme le montre la Figure 2.2 (Mirzaie et al., 2020).

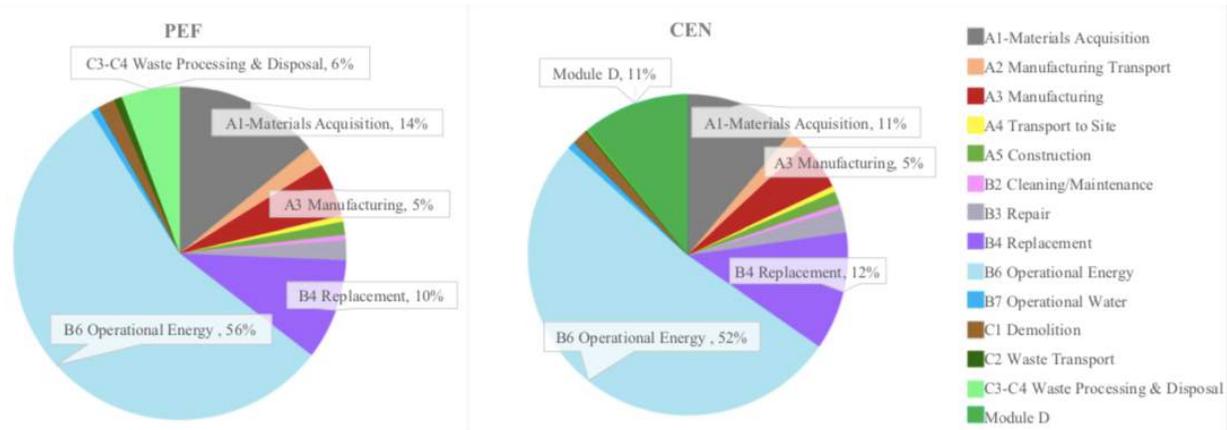


Figure 2.2 Contribution relative des étapes du cycle de vie à l'impact du score unique du bâtiment Lyell, selon la méthode PEF (empreinte environnementale de produit) européenne et la norme CEN (EN 15804 et 15978) (tiré de Mirzaie et al., 2020)

En contexte québécois, les résultats semblent similaires. Par exemple, l'analyse de cycle de vie (ACV) de la Maison du développement durable à Montréal montre comment les stratégies d'écoconstruction, surtout en lien avec l'efficacité énergétique et l'utilisation d'énergie de sources renouvelables, permettent de réduire d'au moins trois fois les impacts environnementaux par rapport à un bâtiment conventionnel équivalent chauffé au gaz naturel (Roy, 2017).

L'étude fait aussi ressortir l'impact de l'utilisation de combustibles fossiles comme source d'énergie, même en faibles quantités (voir la Figure 2.3). Ainsi, sans l'utilisation du gaz naturel, la phase d'utilisation aurait moins d'impact dans le cycle de vie du bâtiment puisque l'électricité consommée au Québec provient à 98 % de ressources énergétiques renouvelables (Régie de l'énergie du Canada, 2022; Roy, 2017).

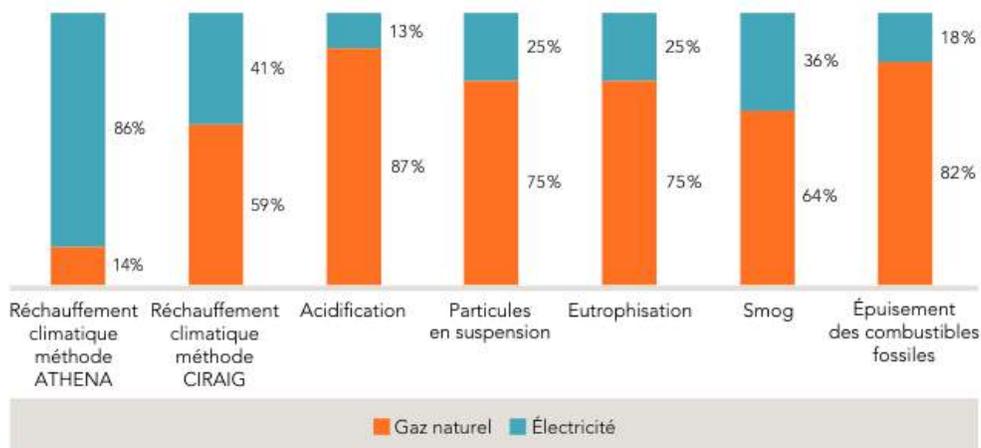


Figure 2.3 Impacts liés à l'énergie de fonctionnement de la Maison du développement durable (tiré de Roy, 2017)

Cependant, dans l'ensemble du Québec la consommation énergétique du secteur des bâtiments commerciaux et institutionnels provient à 47 % de l'électricité, 43 % du gaz naturel, 5,5 % du mazout et le 4,5 % restant provient d'autres sources d'énergie incluant la biomasse, le solaire ou la géothermie (Pedroli et al., 2020). Il faut ainsi miser sur l'efficacité énergétique et la transition vers des sources d'énergie renouvelables afin de réduire l'empreinte écologique du secteur.

L'étude de cas québécoise d'Essoua et Lavoie (2019), présentée à la Figure 2.4 démontre bien comment l'utilisation d'énergie propre (dans ce cas l'électricité de source presque à 100 % renouvelable) peut réduire considérablement les impacts environnementaux au cours de la phase d'opération du bâtiment et faire augmenter le poids des matériaux dans l'empreinte environnemental du bâtiment.

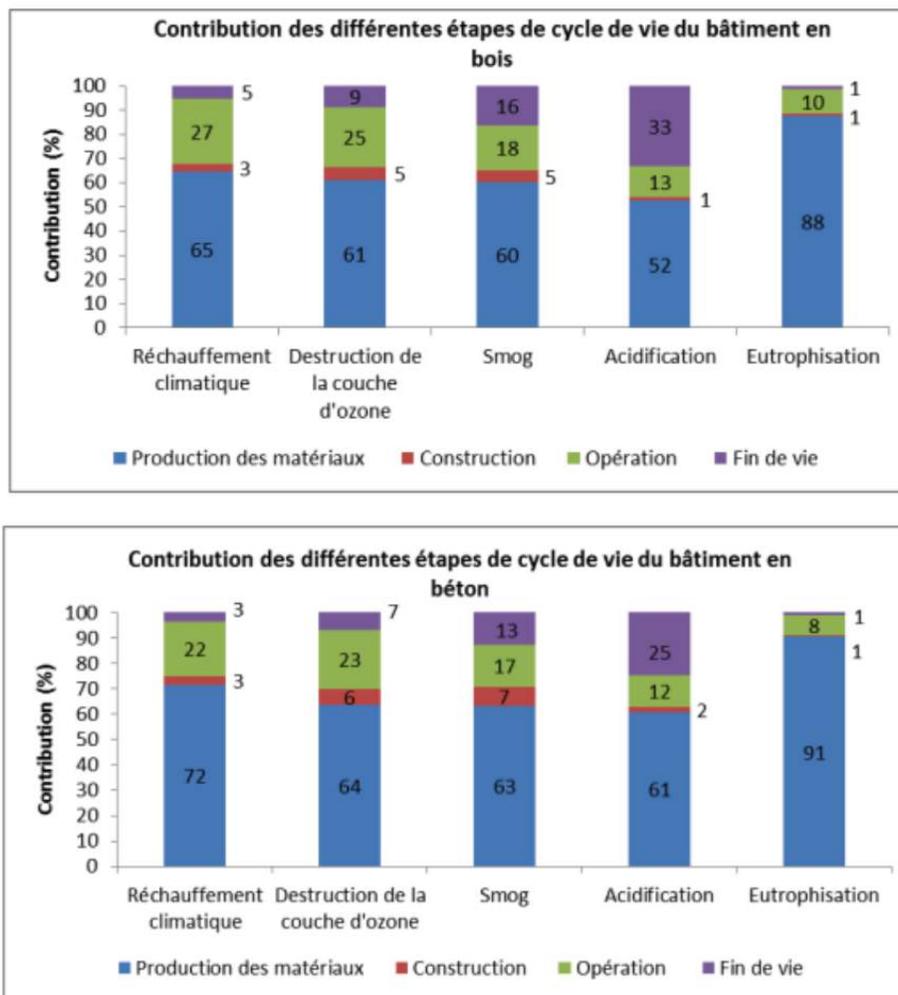


Figure 2.4 Comparaison des impacts associés aux différentes phases du cycle entre un bâtiment en béton et en bois (tiré de Essoua et Lavoie, 2019)

## 2.2. Production des matériaux de construction

Au fur et à mesure que les bâtiments deviennent à très faible consommation énergétique ou zéro émission, le poids des impacts de production des matériaux de construction devient plus significatif autant en termes relatifs qu'absolus (Marzaie et al., 2020; Röck et al., 2020; LETI, 2020; Donatello et al., 2022a).

Cela est encore plus vrai lorsque les ACV sont plus complètes et incluent tous les systèmes du bâtiment et pas seulement une partie. Selon Gomes et Pulgrossi (tiré de Donatello et al., 2022), différentes normes appliquent différentes règles de coupure quant aux matériaux à inclure dans les analyses. Tandis que la norme EN 15804 :2012 exclut seulement les éléments qui représentent moins de 1 % de la masse ou de l'énergie totale dans les processus unitaires (tant que l'ensemble ne dépasse pas 5 %), l'approche LEED exclut tous les éléments sauf la structure et l'enveloppe. La complexité d'inclusion de ces systèmes due au grand nombre de composants et fournisseurs à considérer et à la difficulté de prévision des quantités, leurs cycles de rénovation et les impacts associés expliquent l'exclusion fréquente de ces systèmes dans les ACV (Donatello et al., 2022). Cependant, leur effet n'est pas négligeable. La Figure 2.5 montre comment la variation de masse étudiée affecte de manière disproportionnée les catégories d'impacts incluses dans les ACV pour une des études de cas de l'étude de Gomes et Pulgrossi.

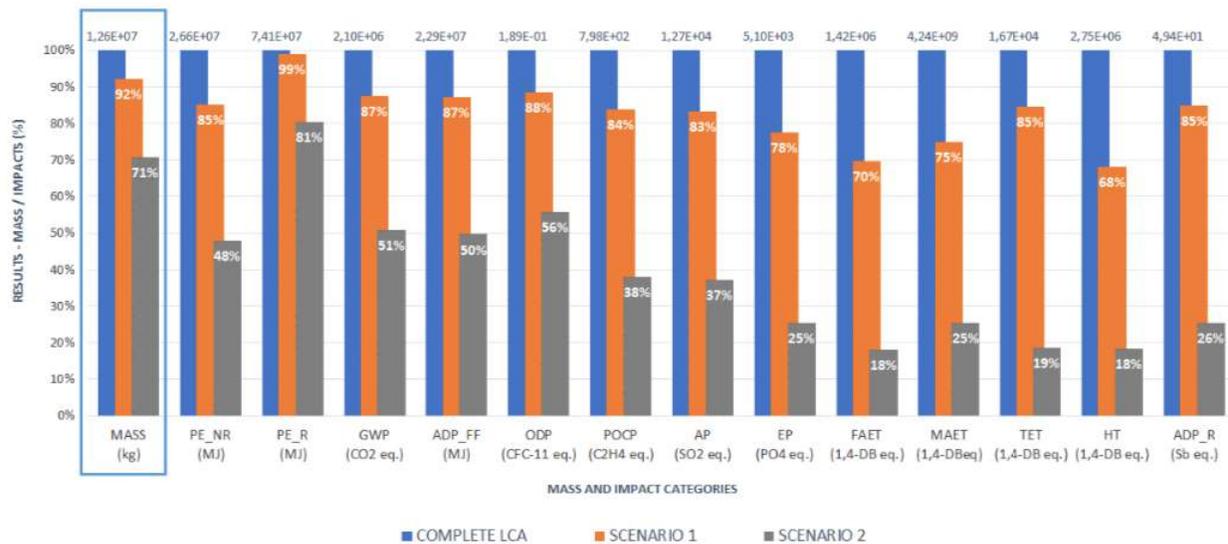


Figure 2.5 Résultats comparatifs de l'évaluation complète et de deux scénarios d'exclusion pour une école publique (tiré de Gomes et Pulgrossi, 2020)

L'exclusion de certains systèmes dans les ACV entraîne une surestimation de la contribution de la structure<sup>1</sup> et de l'enveloppe<sup>2</sup> dans les impacts environnementaux des bâtiments. Cependant, les analyses complètes (Figure 2.6 et Figure 2.7) montrent l'importance aussi des services électromécaniques et des finitions intérieures (Kröhnert et al., 2022; Gomes et Pulgrossi, 2020 ; Mirzaie et al., 2020). Ces systèmes sont remplacés plus souvent pendant la vie fonctionnelle du bâtiment, entraînant des impacts et aussi des coûts de cycle de vie additionnels (Donatello et al., 2022; Zero Waste Scotland, 2017).

<sup>1</sup> La structure inclut la fondation, l'ossature structurelle, les étages supérieurs, le toit et les escaliers et rampes.

<sup>2</sup> L'enveloppe comprend les murs extérieurs et les fenêtres et portes extérieures.

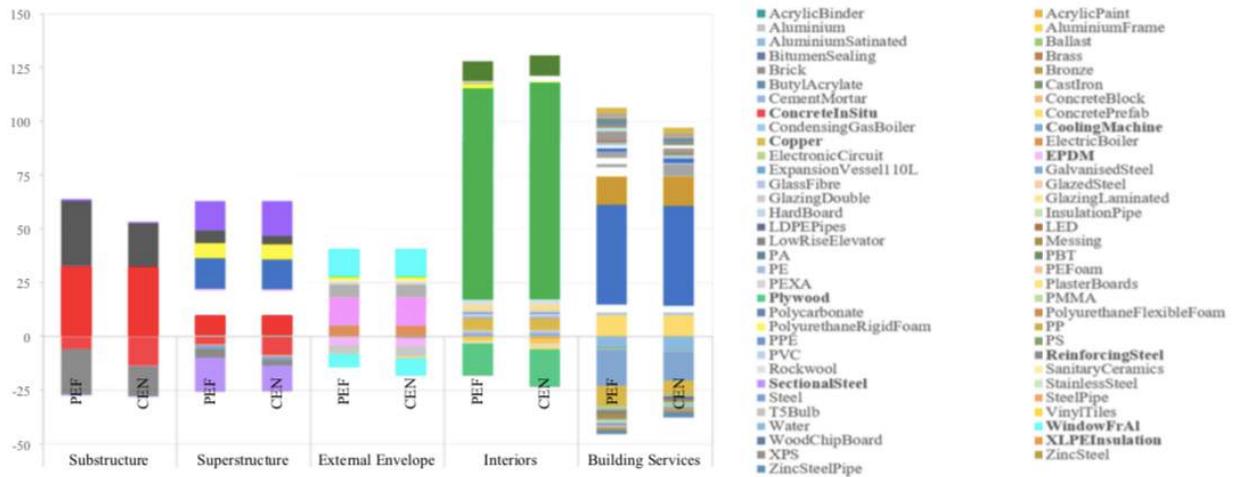


Figure 2.6 Impact intrinsèque du cycle de vie normalisé et pondéré du bâtiment Lyell : contribution des éléments et matériaux de construction, selon la méthode PEF (empreinte environnementale de produit) européenne et la norme CEN (EN 15804 et 15978) (tiré de Mirzaie et al, 2020)

	GHG emissions kg CO <sub>2</sub> -eq	PM dis. incid.	CED non-renew. MJ	CED renewable MJ	Resource use min./metals kg Sb-eq	Land use -	Freshw. Ecotox. CTUe	Overall enviro. impact eco-points
Main structure	1.58E+06	1.38E-01	2.25E+07	2.52E+07	1.50E+00	1.57E+08	2.17E+08	2.75E+09
Drywalls	7.29E+05	1.85E-02	1.15E+07	4.68E+05	4.15E-01	1.35E+06	1.14E+08	8.16E+08
Floor	4.99E+05	1.38E-02	1.03E+07	4.84E+06	4.73E-01	2.96E+07	5.59E+07	5.77E+08
Floor covering	5.34E+05	3.92E-01	8.60E+06	1.06E+07	3.11E+00	6.50E+07	5.19E+07	9.84E+08
Windows	1.60E+06	8.94E-02	2.48E+07	7.36E+06	2.98E+01	3.47E+07	4.83E+08	2.62E+09
Doors	1.85E+05	1.90E-02	2.99E+06	4.26E+06	6.09E-01	1.62E+07	2.98E+07	2.60E+08
Facade	2.56E+04	1.11E-03	5.98E+05	1.28E+06	9.32E-03	9.91E+06	5.59E+05	5.06E+07
Flat roof	7.78E+05	1.94E-02	1.10E+07	3.20E+05	9.48E-01	1.10E+06	3.63E+07	6.50E+08
Tinsmith work	9.46E+03	2.06E-03	1.47E+05	2.18E+04	3.95E+00	6.64E+04	6.04E+07	1.80E+08
Balcony installations	1.28E+05	1.54E-02	2.45E+06	3.55E+06	1.62E-01	3.15E+07	2.17E+07	2.37E+08
Rest	3.75E+05	1.98E-02	5.13E+06	7.77E+05	7.16E-01	3.78E+06	5.26E+07	4.97E+08
Direct land use	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.40E+07	0.00E+00	3.63E+07
Technical installations	1.48E+06	1.32E-01	2.32E+07	4.78E+06	6.92E+01	1.55E+07	7.52E+08	3.55E+09
Total	7.92E+06	8.60E-01	1.23E+08	6.34E+07	1.11E+02	3.80E+08	1.87E+09	1.32E+10

Figure 2.7 Impacts intrinsèques du bâtiment de référence avec une conception flexible et l'identification des composants pertinents pour chaque catégorie d'impact (tiré de Kröhnert et al., 2022)

Afin de réduire les impacts liés à la production des matériaux, les appels à l'adoption des principes de l'économie circulaire dans la conception des bâtiments, tels que la flexibilité, l'adaptabilité et le désassemblage, se multiplient (Kröhnert et al., 2022). Par exemple, les auteurs du *Circularity Gap Report* (Haigh et al., 2021) mentionnent l'importance des stratégies de réduction de la consommation de ressources (par la rationalisation des espaces et le réemploi entre d'autres) pour réduire les impacts du secteur de la construction.

Toutefois, il n'existe pas d'études quantitatives sur ces avantages environnementaux. Il manque aussi des méthodologies standardisées et optimales pour montrer les bénéfices de l'économie circulaire dans les ACV (Mirzaie et al., 2020). Deux études ont été recensées dans la revue de la littérature.

Hasik et al. (2019) ont effectué une analyse comparative entre la rénovation et la construction d'un nouveau bâtiment aux États Unis. Selon les résultats de la Figure 2.8, la rénovation permet d'atteindre entre 53 et 75 % de réduction sur les six catégories d'impacts analysés grâce à la réduction de la consommation de matériaux.

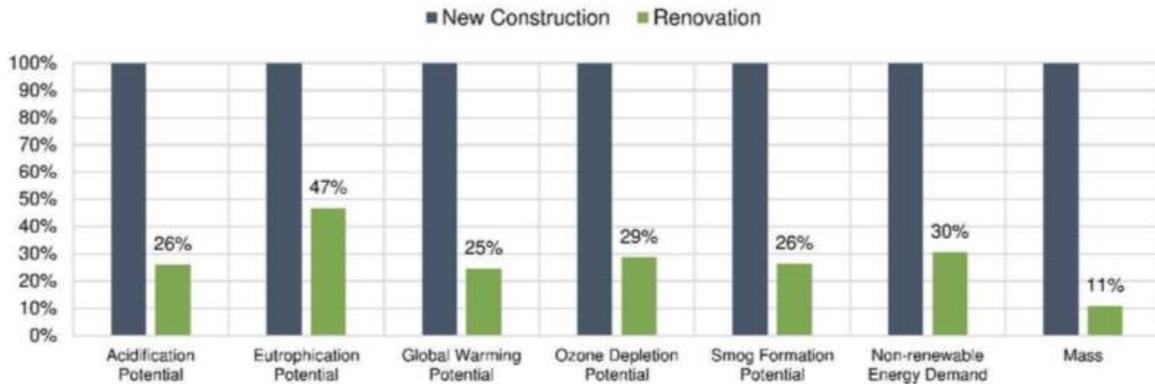


Figure 2.8 Comparaison des impacts environnementaux d'une nouvelle construction et d'une rénovation (incluant la structure, l'enveloppe et les finitions intérieures, et excluant les systèmes électromécaniques) (tiré de Hasik et al., 2019)

Dans l'étude de Kröhnert et al. (2022), les scientifiques ont comparé un même bâtiment (un bloc de logements de huit étages) conçu de deux façons, conventionnelle ou flexible, selon un modèle développé dans la région. Les ACV des deux conceptions présentent des résultats similaires pour un cycle de vie normal de 60 ans sans rénovation majeure. Lorsque l'on considère des durées de vie plus longues pour le bâtiment flexible, dont le recyclage des matériaux et la réutilisation potentielles d'éléments structurels sont importants grâce aux caractéristiques de flexibilité, d'adaptabilité et de désassemblage du bâtiment, on constate que son impact environnemental par année d'exploitation diminue de manière significative. La Figure 2.9 montre que 14 % des émissions de gaz à effet de serre du bâtiment flexible peuvent être évitées, si la fondation, la structure porteuse et les éléments du plafond sont conservés en place pour un bâtiment ultérieur. Cette réutilisation directe permet de conserver une valeur environnementale nettement plus élevée que la démolition et le recyclage des mêmes matériaux.

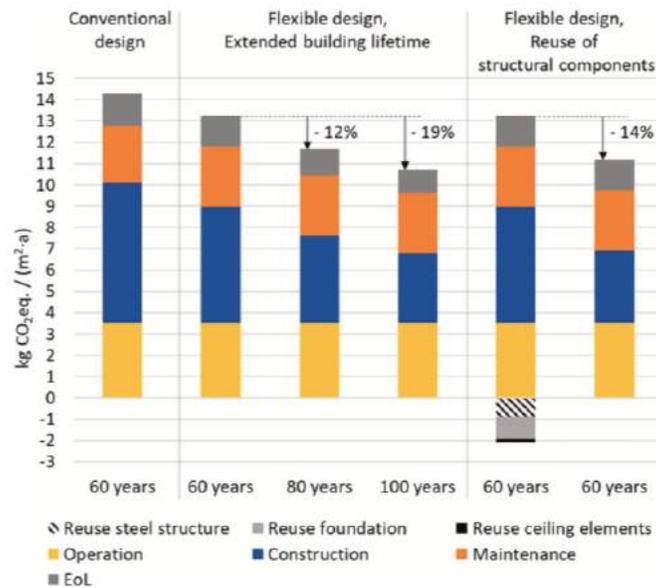


Figure 2.9 Effet de l'allongement de la durée de vie et de la réutilisation d'éléments structurels sur les émissions de GES d'un bâtiment flexible par rapport à un bâtiment conventionnel (tiré de Kröhnert et al., 2019)

### 2.3. Choix des matériaux

Afin de réduire les impacts de la structure, certaines études dans le contexte canadien et québécois ont évalué les impacts relatifs entre une construction en béton, en acier ou en bois d'ingénierie. Les résultats, semblent indiquer que les impacts des bâtiments de structure en bois sont inférieurs comparés à ceux en béton/acier et en béton (Écohabitation, 2022; Essoua et Lavoie, 2019; Canada Wood, s.d.; Roy, 2017). La Figure 2.10 et la Figure 2.11 montrent, pour deux exemples différents, les impacts de chaque option pour une maison unifamilial de trois étages et un bloc d'appartements de six étages respectivement.



Figure 2.10 Comparaison des impacts environnementaux d'un bâtiment de trois étages avec structure en bois, acier ou béton (tiré Canada Wood, s.d.)

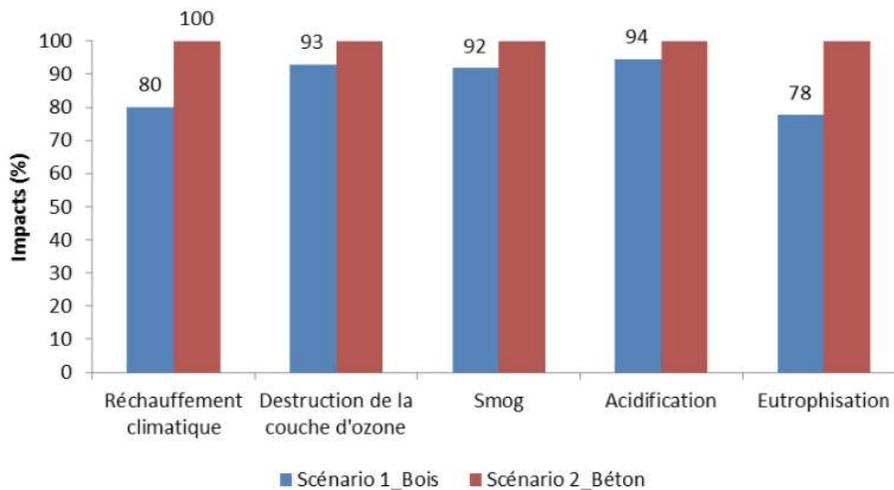


Figure 2.11 Comparaison du profil environnemental d'un bâtiment de six étages en bois versus béton (tiré de Essoua et Lavoie, 2019)

Selon Essoua et Lavoie (2019), bien que les différences relatives entre le bâtiment en bois et celui en béton varient de 6 % à 22 % en fonction de la catégorie d'impact considérée, ces différences sont non significatives exceptés pour la catégorie changement climatique, pour laquelle le bâtiment en bois génère 20 % moins d'émissions de GES que le bâtiment en béton et acier.

Outre l'utilisation de matières à faible empreinte carbone (comme les produits biosourcés), réduire l'emploi de matières vierges en faveur de matières recyclées est aussi souligné comme une des stratégies de circularité ayant le plus grand potentiel de réduction des impacts environnementaux du secteur de la construction. Par exemple, l'utilisation de béton recyclé pour la structure d'un bâtiment permet de réduire significativement les émissions de carbone intrinsèques (Marinković et al., 2010; Xiao et al., 2018).

Selon une étude menée par l'organisation britannique WRAP en 2009, la plupart des bâtiments contiennent plus de 10 % de contenu recyclé en utilisant des produits standards (Dodd et al., 2016). En utilisant des bonnes pratiques d'approvisionnement en matériaux à plus haut pourcentage de contenu recyclé et sans frais supplémentaires, il est facilement possible d'augmenter le pourcentage de contenu recyclé de 15 à 30 % (Dodd et al., 2016). Ces chiffres, dépendent grandement du contexte régional. Cependant, ils permettent de constater le pourcentage de contenu recyclé déjà présent dans plusieurs matériaux de construction et l'intérêt de l'augmenter progressivement.

## 2.4. Conclusion du chapitre

Mettre en lumière les principaux points chauds des impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie d'un bâtiment permet de mieux comprendre à quelles étapes sont générés les principaux impacts et surtout de savoir où il faut agir pour les minimiser.

Le premier point chaud qui émerge de la revue de la littérature est la consommation d'énergie des bâtiments pendant la phase d'utilisation, laquelle est liée aux sources de cette énergie. Ainsi, les projets doivent exiger une haute performance énergétique et des standards zéro émission afin de réduire la source première d'impacts environnementaux des bâtiments.

La production des matériaux de construction représente le deuxième point chaud des bâtiments. Cependant, à mesure que les exigences de consommation énergétique et d'émissions reliées à cette consommation augmentent, l'impact relatif et absolu des matériaux devient plus significatif, pouvant même devenir la première source d'impacts pour les bâtiments à très haute performance énergétique et zéro émission.

Afin de réduire l'empreinte écologique des matériaux de construction, il faut prévoir différentes stratégies, en commençant par la réutilisation de l'infrastructure déjà existante pour éviter le besoin de nouvelles constructions et le réemploi du maximum de systèmes possibles, soit minimalement la structure et l'enveloppe des bâtiments. Si cela n'est pas possible, les nouvelles constructions doivent viser à réduire les impacts de ces deux systèmes (structure et enveloppe) en choisissant des matériaux à faible empreinte écologique comme les matériaux biosourcés et de contenu recyclé. Dans cette démarche, il ne faut pas négliger les finitions intérieures et les systèmes électromécaniques. L'influence de ces deux systèmes dans les impacts totaux des bâtiments est plus élevée que traditionnellement envisagée. Il faut ainsi bien choisir en amont les solutions afin de réduire les impacts dans le cycle de vie des bâtiments. Les stratégies à suivre sont présentées dans le chapitre 3.

### 3. CIRCULARITÉ DANS LA CONCEPTION DES PROJETS DE CONSTRUCTION ET DE RÉNOVATION

Au cours des dix dernières années, plusieurs références de la littérature grise et scientifique ont tenté de démontrer qu’il est possible d’intégrer et d’appliquer certaines pratiques « circulaires », c’est-à-dire des pratiques visant à intégrer l’économie circulaire, dans les différentes phases du cycle de vie d’un projet de construction. Les entreprises et les donneurs d’ouvrage en construction ont commencé à investir dans la recherche et la mise en œuvre de solutions afin de réduire la consommation et le gaspillage de ressources, incluant l’énergie, pour répondre aux externalités négatives de l’industrie de la construction sur l’environnement (Racine et al., 2021).

Afin d’aider les donneurs d’ouvrage à mieux comprendre ce que signifie d’intégrer l’économie circulaire en amont des projets de construction, cette section du rapport aborde les pratiques à introduire dans la planification et conception d’un projet de rénovation ou de construction pour faciliter la circularité présente et future des bâtiments. Les actions présentées sont tirées de plusieurs références, dont la boîte à outils de construction circulaire proposée par l’ARUP, une firme d’architecture internationale spécialisée en développement durable dans le secteur de la construction qui travaille en partenariat avec la fondation Ellen MacArthur, une référence internationale en matière d’économie circulaire (ARUP, 2022). La Figure 3.1 ci-dessus présente les quatre grandes stratégies et actions présentées par l’ARUP en ordre de priorité selon les gains environnementaux potentiels. Elles visent premièrement à réduire la consommation présente et future de matériaux et, deuxièmement, à choisir les matériaux avec une plus faible empreinte écologique et hautement recyclables pour contribuer à fermer la boucle.



Figure 3.1 Stratégies et actions de circularité dans la conception des projets de construction (tiré d’ARUP, 2022)

### 3.1. Refuser la construction d'un nouveau bâtiment

Les décisions prises dès les premières étapes de planification d'un projet ont le potentiel de générer le plus d'impact positif. En ce sens, une interrogation approfondie et réfléchie des besoins est primordiale afin de décider si la construction d'un nouveau bâtiment est la meilleure façon de répondre aux besoins ou si une option de rénovation, réaffectation ou location n'est pas plus judicieuse (ARUP, 2022 ; EIT Climate-KIC, 2019).

Dans certains cas, la rénovation d'un bâtiment existant ou la restauration d'une structure plutôt qu'une nouvelle construction peut répondre amplement aux besoins tout en optimisant la pérennité de l'environnement bâti et en réduisant l'usage de matériaux neufs et, par conséquent, les impacts environnementaux associés à leur production, la quantité et les coûts de gestion des matières résiduelles générées ainsi que la conservation de l'environnement bâti (ARUP, 2022; Chayer et al., 2019 ; Hasik et al., 2019).

Il est donc essentiel de bien définir ses besoins quant à l'espace et aux particularités du bâtiment recherché afin de choisir les solutions qui contribueront à réduire les plus les impacts environnementaux en amont (Chayer et al., 2019).

### 3.2. Bâtir pour une utilisation intensive et à long terme

Un bâtiment conçu pour une utilisation intensive de ses espaces et être transformé facilement au fil des années, permet de réduire le besoin pour de nouvelles constructions et ainsi réduire les impacts négatifs, incluant l'occupation du sol et l'étalement urbain (ARUP, 2022).

#### 3.2.1. Augmenter l'utilisation du bâtiment

Dans un bâtiment, augmenter l'utilisation de l'espace est fondamental afin de minimiser la consommation globale de ressources. Pour se faire, il est important de concevoir et planifier le bâtiment afin de (ARUP, 2022) :

- Éviter ou réduire les espaces traditionnellement à faible taux d'utilisation (tels que les atriums, les halls, les corridors, les salles de conférences, les salles de bain, etc.);
- Concevoir des espaces flexibles et polyvalents pouvant accueillir divers besoins dans le même espace;
- Permettre des usages multiples pour augmenter le taux d'utilisation des espaces.

Les constructions conventionnelles incluent des espaces à faible utilisation, et ce, même lors des heures ouvrables et des périodes à fort achalandage. Les espaces tels que les atriums, les halls, les salles de conférences peuvent être nécessaires, mais sont matériellement intensifs lorsqu'on tient compte de leur taux d'occupation (ARUP, 2022). Éviter ces espaces ou les concevoir de manière qu'ils puissent être utilisés plus intensivement permet d'augmenter l'efficacité matérielle du bâtiment (ARUP, 2022).

Pour augmenter leur utilisation, la polyvalence et l'adaptabilité rapide des espaces lors de leur conception sont des éléments clés. En combinant ces concepts à l'usage multiple et au partage avec d'autres organisations externes à proximité, il est possible d'augmenter l'utilisation des espaces sans nécessiter de rénovations majeures ou de constructions additionnelles (ARUP, 2022). Préalablement, il est nécessaire de bien évaluer les besoins de l'organisation et de s'assurer que la conception technique et architecturale réponde aux paramètres de performances requis par les différents usages potentiels (ARUP, 2022). Voici quelques actions pouvant favoriser la création des conditions physiques recherchées pour l'implantation d'usages multiples au sein d'un bâtiment (ARUP, 2022) :

- Schématiser différentes dispositions des superficies du bâtiment afin de démontrer comment d'autres utilisations pourraient s'insérer dans le même espace;
- Déterminer la compatibilité des usages et des activités prévues dans le même espace en fonctions des aspects techniques tels que les charges structurelles, la durabilité, l'adaptation acoustique et les besoins énergétiques;
- Envisager des hypothèses de surcharge structurelles permettant une utilisation plus flexible et réduire le nombre de murs porteurs internes afin de permettre des configurations d'espace plus flexibles;
- Évaluer des hauteurs de plafonds plus importantes offrant plus de flexibilité dans l'acheminement des services;
- Envisager des grilles de conception standardisés et modulaires permettant de déplacer des composants faciles à assembler afin de faciliter la configuration d'un espace multifonctionnel;
- Tenir compte des exigences supplémentaires afin que les espaces puissent être utilisés à plusieurs fins et à différentes heures ouvrables. Certains aspects à considérer incluent les accès aux installations, la sécurité ou les systèmes électromécaniques.

L'ajout de ces différents éléments pour répondre aux exigences techniques peut potentiellement nécessiter plus de matériel lors la construction, mais puisque ces actions visent à intensifier l'usage du bâtiment dans le présent et au fil du temps, cela contribuera à réduire les besoins d'agrandissement, ou de constructions supplémentaires, améliorant le bilan environnemental sur l'ensemble du cycle de vie (ARUP, 2022).

### 3.2.2. Concevoir pour le long terme

La conception d'un bâtiment pour le long terme vise à maximiser la rétention de la valeur et la durabilité de l'immeuble et de ses composants dans le temps ainsi qu'en fin de vie (ARUP, 2022). Les actions pour y parvenir incluent :

- Des choix architecturaux intemporels;
- Une conception résiliente aux changements climatiques;
- L'utilisation de solutions et composants simples, standardisés, modulaires, de qualité et durables nécessitant peu d'entretien; et
- La documentation portant sur l'information des produits, composants et systèmes afin d'aider les gestionnaires des bâtiments à bien entretenir, tester, remettre à neuf ou remplacer les éléments nécessaires pendant la phase d'utilisation.

**Les choix architecturaux intemporels** sont fondamentaux pour maintenir la valeur du bâtiment tout au long de sa durée de vie et minimiser les besoins futurs de changement.

**La résilience du bâtiment et de ses composantes aux changements climatiques** doit être intégrée afin d'assurer une performance adéquate du bâtiment et de conserver sa valeur dans le temps (ARUP, 2022; Racine et al., 2021). En ce sens, il est préférable de ne pas se limiter aux normes et standards en vigueur, mais plutôt d'effectuer préalablement une évaluation des risques climatiques du site et prendre les résultats en compte dans la conception de la structure, l'enveloppe et les systèmes du bâtiment (ARUP, 2022). La conception résiliente d'un bâtiment face aux changements climatiques peut nécessiter plus de matériaux afin de répondre à des exigences de performances supérieures. Il est cependant recommandé de privilégier une approche de conception par étape en tenant compte de l'adaptabilité incrémentielle plutôt que de concevoir pour le pire scénario éventuel (ARUP, 2022). Pour certains systèmes électromécaniques, les solutions passives sont à privilégier afin de réduire le besoin de ressources pour leur fonctionnement.

**La durée de vie du bâtiment et de ses composantes** est directement liée à l'étape de conception. Les constructions incluant des matériaux et éléments simples, standards, modulaires, de qualité et durables nécessitant peu d'entretien doivent être privilégiés (ARUP, 2022; Chayer et al., 2019; Racine et al., 2021). Les produits et matériaux choisis devraient offrir une durée de vie équivalente à la durée de vie utile du bâtiment (ARUP, 2022; Chayer et al., 2019) et dans les cas où cela n'est pas possible, en concevant le bâtiment avec des techniques peu invasives pour entretenir, tester et remplacer facilement des composants ou des produits individuels en minimisant les perturbations sur le bâtiment (ARUP, 2022; EIT Climate-KIC, 2019 ; Chayer et al., 2019; Racine, 2021).

En ce qui concerne les composantes du bâtiment ayant une durée de vie plus courte ou qui sont susceptibles d'être remplacées avant d'atteindre leur fin de vie utile (façades, services, ameublements et finitions intérieurs, etc.), il peut être intéressant d'évaluer la possibilité d'intégrer des **services de l'économie de fonctionnalité** en travaillant avec des fournisseurs pouvant offrir un produit comme un service plutôt que le client doive en faire l'acquisition entière (ARUP, 2022).

Pour faciliter la longévité de l'ensemble du bâtiment, il est fondamental de **fournir aux propriétaires et gestionnaires des informations nécessaires** comme un **manual ou plan de longévité** expliquant comment entretenir, tester, remettre à neuf et remplacer les systèmes, composants, produits et matériaux individuels avec des instructions et des schémas clairs (ARUP, 2022). Un passeport de matériaux du bâtiment est un autre outil très efficace pour maintenir une traçabilité des informations clés des matériaux et faciliter leur récupération et réutilisation dans le futur (ARUP, 2022; EIT Climate-KIC, 2019). Cela facilite la mise en place d'une logistique inversée, et donc la reprise des produits et matériaux du bâtiment tout au long du cycle de vie, contribuant ainsi à la conservation de leur valeur dans le temps (ARUP, 2022; EIT Climate-KIC, 2019). De plus, en exigeant ce type de documentation, l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement sera incité à concevoir et à fabriquer des matériaux plus sains et plus durables (ARUP, 2022).

### 3.2.3. Concevoir pour l'adaptabilité

Cette stratégie vise à activer et augmenter le potentiel d'adaptabilité du bâtiment pendant la phase d'utilisation et permettre de le modifier facilement tout en minimisant la génération de résidus et le besoin de nouveaux matériaux. Les deux critères recherchés lorsque l'on souhaite rendre un bâtiment adaptable sont la polyvalence et la convertibilité de l'enveloppe, des volumétries internes et externes et des systèmes électromécaniques (ARUP, 2022; EIT Climate-KIC, 2019).

**Pour augmenter la polyvalence de la structure**, il est important de choisir une volumétrie architecturale, une grille structurale et un agencement de fondations compatibles avec les utilisations futures souhaitées et probables (ARUP, 2022). Le potentiel d'un bâtiment à pouvoir répondre et s'adapter à différentes fonctions serait influencé par certains paramètres clés dont la profondeur et la forme de la plaque de sol, la hauteur sol à sol, les espaces principaux du bâtiment, les tailles du noyau et de la colonne montante y compris la capacité de transport vertical, les allocations de charges structurelles ainsi que la capacité de charge de la fondation (ARUP, 2022).

**Au niveau de l'enveloppe**, la convertibilité peut être obtenue en la concevant de sorte à permettre plusieurs modifications de la taille et l'espacement des ouvertures puisque ces paramètres jouent un rôle dans la conception des espaces intérieurs selon les utilisations souhaitées (ARUP, 2022). Cela réduit les coûts de rénovation future, incite à la rénovation plutôt qu'à la démolition et prolonge la durée de vie du bâtiment (ARUP, 2022; Chayer et al., 2019).

**Pour les systèmes électromécaniques**, différents paramètres tels que la profondeur et la forme de plaque sol, l'emplacement des noyaux et des ouvertures, la disposition des cloisons internes, la taille des pièces et des colonnes montantes ainsi que leur accessibilité, distribution, modularité et standardisation jouent un rôle déterminant pour la convertibilité et l'adaptation de ces systèmes (ARUP, 2022).

Pour atteindre le plein potentiel d'adaptabilité du bâtiment, il est primordial de documenter exhaustivement l'ensemble de ces informations dans un **manuel d'adaptabilité du bâtiment** afin de relayer l'information aux nouveaux propriétaires du bâtiment pour qu'ils ou elles puissent exploiter ce potentiel (ARUP, 2022).

### 3.2.4. Concevoir pour le désassemblage

L'objectif derrière cette stratégie est de permettre la déconstruction sélective d'un bâtiment ou section d'un bâtiment afin de conserver la valeur résiduelle des matériaux et composants, ce qui permet de tirer de meilleurs revenus des matériaux récupérés en raison de la qualité du tri. Selon une étude, des professionnels du secteur de la construction ont affirmé que l'augmentation des revenus peut compenser les coûts supplémentaires engendrés par la déconstruction (Chayer et al., 2019). Alors, il faut penser aux bâtiments comme des banques de matériaux futures et les concevoir pour le désassemblage.

Pour ce faire, il faut pouvoir démonter et conserver l'intégrité des différents éléments (ARUP, 2022; Chayer et al., 2019). La norme ISO 20887<sup>3</sup> fournit des principes visant à favoriser le démontage d'un bâtiment : la facilité d'accès, l'indépendance, la réversibilité des connexions, l'évitement des traitements et finitions inutiles, le soutien des modèles commerciaux de réutilisation, la simplicité, la normalisation et la sécurité du démontage (ARUP, 2022; ISO, 2020).

**Pour augmenter le potentiel de désassemblage** d'un bâtiment, il est important de prendre en compte dès la phase de conception la manière dont les matériaux et composants sont utilisés, assemblés et fixés (EIT Climate-KIC, 2019). L'organisation des couches du bâtiment en fonction de leur durée de vie et de l'utilisation de connexions réversibles entre les composants facilitent le remplacement indépendant des composants afin qu'ils puissent être extraits, adaptés, réutilisés, réparés, remis à neuf ou remplacés. Aussi, les connexions réversibles augmentent le potentiel de réutilisation de chaque composant individuellement et le potentiel d'adaptabilité du bâtiment (ARUP, 2022). En ce qui concerne la structure et l'enveloppe du bâtiment, il est préférable de choisir des éléments préfabriqués plutôt que de les construire sur place afin d'augmenter le potentiel de désassemblage et de réduire le gaspillage (ARUP, 2022).

Afin d'optimiser le démontage, l'élaboration d'un **manuel de désassemblage** est un outil à prévoir afin que les informations puissent être transférées aux futurs propriétaires et que les différents composants puissent être démonté sélectivement en fin de leur vie utile (ARUP, 2022). Il est estimé que le 33 % de la production de déchets sur un chantier de construction est à l'origine d'un défaut de mise en œuvre des mesures de prévention des déchets lors des phases de conception et d'avant-construction (Dodd et al., 2016; Osmani et al., 2008).

Le recours aux technologies de **modélisation des informations du bâtiment** (BIM) pour la conception permet également d'avoir les informations sur les matériaux, les quantités, les coûts et les échéances afin d'optimiser et de faciliter le démontage d'un bâtiment en fin de vie tout en réduisant les pertes (Chayer et al., 2019; Marengo, 2019; Racine et al., 2021).

<sup>3</sup> ISO 20887:2020. Développement durable dans les bâtiments et ouvrages de génie civil — Conception pour la démontabilité et l'adaptabilité — Principes, exigences et recommandations

### 3.3. Bâtir efficacement

#### 3.3.1. Refuser les composants non nécessaires

L'objectif de cette action est de répondre aux exigences du projet avec une consommation minimale de matériaux. Pour ce faire, les approches de conception simples doivent être privilégiées en tenant compte du besoin réel des matériaux et composants. En ce sens, il est important de réévaluer les besoins et de se poser la question si certains composants ou matériaux peuvent être refusés sans compromettre la performance et les exigences souhaitées du bâtiment (ARUP, 2022).

**La redondance et surestimation des espaces**, incluant les stationnements, doivent être minimisées puisqu'elles se traduisent directement par une utilisation matérielle inefficace (ARUP, 2022).

Lorsque possible, le **refus des finitions intérieures** devrait être considéré afin de réduire l'utilisation de matériaux sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Malgré le fait que les composants intérieurs utilisent moins de matériaux que la structure du bâtiment, l'impact des éléments de finitions peut devenir considérable si l'on tient compte de leur courte durée de vie et la nécessité de remplacement ou d'entretien tout au long de la vie du bâtiment (ARUP, 2022 ; Zero Waste Scotland, s.d.).

Cela implique aussi de se questionner sur les besoins de **performance des systèmes électromécaniques** pour ne pas les surestimer et de prioriser les systèmes passifs ou mixtes qui permettent de réduire le besoin de composants.

#### 3.3.2. Augmenter l'efficacité des matériaux

Cette action vise à optimiser la consommation des matériaux en optant pour des systèmes et formes efficaces, des produits et matériaux hautement performants et des méthodologies d'ingénieries avancées (ARUP, 2022).

L'une des premières actions à mettre de l'avant lors de la conception d'un bâtiment afin d'améliorer l'efficacité des matériaux est d'**éviter les constructions souterraines profondes et d'hauteur importante** qui requièrent des excavations et des quantités importantes de matériaux pour répondre aux exigences de performance croissantes du bâtiment (ARUP, 2022; Chayer et al., 2019). Les constructions souterraines et de grande hauteur requièrent également énormément de béton et d'acier ce qui augmente considérablement l'impact environnemental d'un projet (ARUP, 2022).

Il est également possible de réduire l'intensité d'utilisation des matériaux dans la structure du bâtiment grâce à des **formes et des techniques structurelles moins intensives en matériaux** (ARUP, 2022). Le recours de structures voûtées qui travaillent en compression axiale est un exemple. Il est aussi possible d'optimiser la forme pour suivre les lignes de force, en utilisant par exemple des poutres de plancher suivant la ligne du moment fléchissant plutôt que d'une section transversale constante sur la longueur (ARUP, 2022). Les solutions en matériau composite permettent de combiner des matériaux pour améliorer la résistance intrinsèque à certaines charges pour chaque matériau, par exemple l'acier pour la traction, le bois et le béton pour la compression (ARUP, 2022).

Les dimensions des composants de la structure du bâtiment peuvent être réduites en choisissant des **matériaux à haute résistance** (ARUP, 2022). C'est notamment le cas lorsque les dimensions des composants sont déterminées par leur capacité structurelle; en choisissant des matériaux ayant une meilleure résistance, il est possible de réduire les besoins totaux du projet en matériaux (ARUP, 2022). Lorsque les dimensions sont déterminées en fonction des exigences de performance (déviations, vibrations, etc.) le recours à des systèmes

hybrides et à des géométries alternatives peut également réduire le besoin en matériaux (ARUP, 2022). Les pratiques d'ingénierie avancées peuvent également être utilisées pour augmenter l'efficacité des matériaux dans la structure et l'enveloppe du bâtiment et ainsi réduire les besoins en matériaux au minimum (ARUP, 2022).

Lorsque possible, **la préfabrication hors site** de la structure et des composants de l'enveloppe du bâtiment est un moyen efficace de réduire les déchets de matériaux lors des étapes de production et construction (ARUP, 2022). Cette méthode de fabrication génère d'importants bénéfices tels que : la réduction des déchets issus de mauvaises méthodes de travail sur les chantiers, la réduction des déchets causés par les intempéries et une qualité accrue des éléments préfabriqués par rapport à la fabrication sur le site, l'utilisation optimale des matériaux et des restants de matériaux (ARUP, 2022).

### 3.4. Bâtir avec les bons matériaux

#### 3.4.1. Réduire l'utilisation de matériaux vierges et non-renouvelables

En plus de réduire la consommation de matériaux avec les actions précédentes, ceux qui sont utilisés doivent être prioritairement réutilisés, recyclés, renouvelables et sans minéraux critiques.

Afin de réduire les besoins en matériaux vierges et augmenter le détournement de matières résiduelles des sites d'enfouissement, Il est souhaitable de **maximiser l'intégration de matériaux et composants récupérés et recyclés** sur l'ensemble des couches du bâtiment. Cela permet aussi de réaliser des économies substantielles (Chayer et al., 2019).

Dès la phase de planification, un **inventaire des flux des matières « résiduelles » et un plan de minimisation** est essentiel afin d'identifier le potentiel de réutilisation in situ (EIT Climate-KIC, 2019). En fixant le pourcentage de contenu réutilisé ou recyclé comme exigence minimale, les maîtres d'ouvrage peuvent motiver leur équipe de conception et leurs entrepreneurs à se conscientiser de leurs performances actuelles et identifier les meilleurs moyens pour s'améliorer (Dodd et al., 2016).

Lorsque des **matériaux ou composants sont réutilisés** dans un nouveau bâtiment, il est important de réévaluer la durabilité et la résistance résiduelles des matériaux, notamment pour les matériaux qui sont exposés aux intempéries ou utilisés dans la structure du bâtiment (ARUP, 2022).

Selon la Commission européenne, l'utilisation de **matériaux à haute teneur en matières recyclées** est l'une des meilleures pratiques pour influencer l'efficacité des ressources dans le secteur de la construction (Donatello et al., 2022b). Cela peut se faire dans la mesure que l'approvisionnement ne devienne pas un enjeu, que les matériaux rencontrent les exigences techniques demandées et que les bénéfices environnementaux soient significatifs selon une ACV (EIT Climate-KIC, 2019). Pour certaines applications, un contrôle plus élevé de la performance des fournisseurs et des matériaux, l'adaptation de certaines pratiques et la surveillance sur site peuvent être nécessaires. C'est notamment le cas pour le béton à haut contenu recyclé qui permet réduire les émissions de carbone intrinsèques du matériau, mais qui a besoin de temps de durcissement plus longs pour obtenir les performances exigées (Dodd et al., 2016).

Il est également recommandé d'**utiliser des matériaux biosourcés** (obtenus selon des pratiques durables) autant pour la structure que pour le design intérieur. L'utilisation de bois d'ingénierie pour la structure du bâtiment procure des bénéfices en termes de réduction des émissions de carbone intrinsèques, du temps de construction et des besoins des fondations (Essoua et Lavoie, 2019; Écohabitation, 2022). De plus, le bois d'ingénierie offre un aspect visuel plus naturel pouvant également réduire les besoins de finitions

supplémentaires (ARUP, 2022). Il est également recommandé d'utiliser des matériaux biosourcés rapidement renouvelables pour les éléments du design intérieur. Ces derniers ont un fort taux de remplacement et leurs impacts environnementaux peuvent donc être importants lorsque l'on considère la durée de vie du bâtiment (ARUP, 2022; Zero Waste Scotland, s.d., Mirzaie et al., 2020).

L'**utilisation des minéraux critiques** devrait également être réduite notamment en ce qui concerne la bauxite, le charbon à coke et plusieurs autres matières utilisées dans la production des matériaux de finitions (ARUP, 2022).

### 3.4.2. Réduire l'utilisation de matériaux à forte intensité en carbone

Comme présenté au chapitre 2, l'empreinte de carbone des bâtiments est due, premièrement, à la consommation d'énergie pendant la phase d'opération et aux sources d'énergie et, deuxièmement, aux émissions intrinsèques des matériaux de construction.

Depuis les dernières décennies, l'industrie s'est concentrée sur la réduction des émissions de carbone de la phase d'opération, mais beaucoup moins sur les émissions intrinsèques des matériaux, malgré qu'elles puissent représenter entre 15 % et 50 % des GES d'un bâtiment (Röck et al., 2020). Il est donc primordial de définir, dès la phase de conception, des objectifs de réduction de l'empreinte de carbone intrinsèque, spécialement en lien avec la structure et l'enveloppe du bâtiment, sans négliger les systèmes électromécaniques ni les finitions intérieures. Ces deux systèmes peuvent représenter jusqu'à un tiers des impacts intrinsèques chacun (Concrete Centre et London Energy Transition Initiative (LETI) dans Donatello, 2022a; Mirzaie et al., 2020). Comme mentionné précédemment, les produits à haute teneur en matériaux recyclés (comme le béton) et biosourcés, tels que le bois, peuvent contribuer considérablement à réduire l'empreinte carbone du bâtiment (ARUP, 2022; Canada Wood, s.d.; Essoua et Lavoie, 2019; Écohabitation, 2022).

Les objectifs de réduction peuvent s'étendre aux autres catégories d'impact aussi à l'aide d'outils d'ACV pour l'ensemble du projet incluant toutes les couches du bâtiment et les durées de vies fonctionnelles et réalistes des différents composants et matériaux utilisés (ARUP, 2022). Le recours aux technologies de **modélisation de l'information du bâtiment** (BIM) facilite également la gestion détaillée de l'information garantissant ainsi une qualité des données et des calculs d'impacts environnementaux afin de comparer différentes options et matériaux (ARUP, 2022).

### 3.4.3. Réduire l'utilisation de matériaux dangereux et polluants

Finalement, dans le choix des matériaux il faut éviter l'utilisation de matériaux dangereux et polluants qui posent des risques pour la santé humaine et environnementale et qui complexifient la réutilisation ou le recyclage en fin de vie (ARUP, 2022; Marengo, 2019).

Afin de **prioriser des matériaux sains et sécuritaire**, la Liste rouge du *Living Building Challenge* sert de guide et référence. Cette liste présente les substances et les produits chimiques de l'industrie de la construction reconnus pour présenter des risques graves pour la santé humaine et l'écosystème (ARUP, 2022; International Living Future Institute, 2022).

Dans le cadre d'un projet de rénovation, il est primordial d'assurer une **gestion sécuritaire et selon les lois des matériaux dangereux hérités**. Il existe de nombreuses matières dangereuses dans les bâtiments existants qui nécessitant des traitements ou manipulations conformément aux lois afin de prévenir des dommages sur la santé humaine et à l'environnement (ARUP, 2022).

### 3.5. Conclusion du chapitre

Pour faciliter le déploiement de différentes stratégies de l'économie circulaire et réduire les impacts négatifs du secteur de la construction, les phases de planification et conception des bâtiments s'avèrent les plus importantes. Les actions découlant des 4 grandes stratégies présentées ci-dessus sont des moyens efficaces pour intégrer la circularité dans les projets de rénovation et de construction de bâtiments.

Dès les premières phases de planification d'un projet, il est très important d'évaluer les besoins en matière de bâtiment afin d'identifier quel type de bâtiment ou construction peut répondre aux besoins et si l'utilisation (avec ou sans rénovation) d'une infrastructure déjà existante est possible, avant d'envisager une nouvelle construction.

Lors de la conception, les organisations doivent viser à garder la valeur du bâtiment et de ses composantes le plus longtemps possible et à promouvoir une utilisation intensive des espaces. La minimisation des zones peu utilisées, l'usage multiple des installations, les choix architecturaux intemporels et les produits durables, modulaires et standardisés sont des actions pour y parvenir. La résilience climatique du bâtiment et son adaptation progressive est aussi primordiale pour l'utilisation à long terme du bâtiment.

L'adaptabilité et la flexibilité du bâtiment à des changements de fonctions ou d'aménagements contribuent fortement à la circularité de l'environnement bâti. Le désassemblage des composantes pendant la vie du bâtiment ainsi qu'à sa fin de vie permet aussi de réduire les impacts en favorisant le réemploi et le recyclage des différents éléments du bâtiment. Bâtir efficacement en évitant les composantes superflues et en utilisant des solutions architecturales et des techniques efficaces sont aussi des avenues à explorer dans la conception des projets.

Finalement, lorsque toutes les actions de réduction de l'utilisation de matériaux ont été évaluées et mises en place, les projets doivent choisir les bons matériaux de construction de façon à réduire l'utilisation de matériaux vierges, non-renouvelables, à haute empreinte carbone et toxiques.

## 4. CADRE JURIDIQUE POUR L'APPROVISIONNEMENT PUBLIC DANS LE SECTEUR DE LA CONSTRUCTION AU QUÉBEC

L'économie circulaire et la circularité en général, comme notion ou expression juridique, est quasiment absente du corpus juridique québécois. Il n'existe pas non plus de jurisprudence (décisions judiciaires) qui traitent de circularité dans le contentieux des contrats publics. Un rapport de 2019 sur l'application de la *Loi sur les contrats des organismes publics* (LCOP)<sup>4</sup> omet même complètement la question environnementale (Secrétariat du conseil du trésor, 2019). Toutefois, si on examine plus particulièrement les instruments de la gouvernance étatique (guides, stratégies...), on constate alors une présence de plus en plus soutenue de la notion de circularité et d'économie circulaire. Par ailleurs, même si la circularité n'est pas explicitement abordée dans le droit positif, elle peut être facilitée néanmoins par certaines dispositions légales.

Au cours des dernières années, le gouvernement du Québec a développé le concept d'acquisition responsable dont on retrouve une première définition dans la *Stratégie de développement durable du gouvernement du Québec 2015-2020* :

### Acquisition écoresponsable

Mode d'approvisionnement qui intègre des considérations environnementales, sociales et économiques au processus d'acquisition de biens et de services afin de favoriser le respect de l'environnement ainsi que des comportements éthiques et innovants sur les plans social et économique de la part des fournisseurs et des prestataires de services. Les termes « acquisition responsable » et « approvisionnement responsable » sont également utilisés avec le même sens. Dans l'administration publique, il est recommandé d'utiliser le terme « acquisition écoresponsable » déjà intégré dans le vocable des MO et dans les documents produits sur ce sujet.

Selon le Secrétariat du trésor (2022), l'approvisionnement responsable gouvernemental représenterait environ 5,8 % des achats publics du Québec qui totalisent approximativement 14,9 milliards de dollars annuellement.

Le présent chapitre présente les principes généraux sous-jacents à l'approvisionnement public au Québec et plus particulièrement dans le secteur de la construction (4.1.). Les modes d'adjudication des contrats sont ensuite décrits (4.2.) ainsi que les exigences touchant à la rédaction des appels d'offre (4.3.). Finalement, certaines contraintes légales concernant le secteur de la construction sont exposées (4.4.) avant d'émettre quelques recommandations et de conclure le chapitre (4.5.).

<sup>4</sup> *Loi sur les contrats des organismes publics*, RLRQ c C-65.1.

## 4.1. Grands principes

La *Loi sur les contrats des organismes publics* (LCOP) régit les conditions applicables aux contrats entre l'État provincial et des cocontractants comme des personnes morales ou physiques (art. 1 LCOP) dans le but d'assurer un processus concurrentiel équitable et transparent pour les soumissionnaires tout en respectant les orientations du gouvernement notamment en matière de développement durable et de protection de l'environnement (art. 2 LCOP). La LCOP vise des marchés publics comme les contrats d'approvisionnement, les contrats de travaux de construction et les contrats de services professionnels s'ils comportent une dépense de fonds publics (art. 3). Pour l'application de cette loi, les organismes publics incluent notamment les ministères, les organismes gouvernementaux (commissions, tribunaux administratifs, BAPE, etc.), les organismes publics du monde de l'éducation et de la santé et des services sociaux (art. 4 LCOP).

Les impacts environnementaux de l'État deviennent, de plus en plus, une considération importante dans cette Loi qui vise à promouvoir, entre autres, à son article 2 :

3.1° l'utilisation des contrats publics comme levier de développement économique du Québec et de ses régions;

4° la mise en place de procédures efficaces et efficientes, comportant notamment une évaluation préalable des besoins adéquate et rigoureuse qui s'inscrive dans la recherche d'un développement durable au sens de la Loi sur le développement durable;

4.1° la recherche de la meilleure valeur dans l'intérêt public;

Ces objectifs ont été ajoutés ou modifiés en 2022 par la *Loi visant principalement à promouvoir l'achat québécois et responsable par les organismes publics, à renforcer le régime d'intégrité des entreprises et à accroître les pouvoirs de l'Autorité des marchés publics* qui est venue modifier plusieurs lois en même temps. Toutefois, et malgré cette dernière loi, cette recherche de développement local, développement durable et d'intérêt public ne peut venir limiter l'application des différents accords internationaux ou intergouvernementaux auxquels le Québec est soumis (art. 2 LCOP), notamment, l'*Accord économique et commercial global entre le Canada et l'Union européenne* (AECG) et l'*Accord de libre-échange canadien* (ALEC). Selon Julius Kaufman (2022), les organismes publics, qui doivent respecter ces accords, sont particulièrement limités par les deux principes suivants :

– Le **principe de non-discrimination**, qui interdit la discrimination fondée sur l'origine des biens ou des fournisseurs (art. 19.4 (1) AECG et 502 (2) et (3) ALEC). Cela veut dire que dans les conditions d'un appel d'offres auquel s'applique l'ALEC, l'organisme public québécois ne pourrait pas accorder une préférence aux soumissionnaires québécois au détriment des fournisseurs des autres provinces;

– L'**interdiction des « compensations »**, qui désignent toute condition ou activité favorisant le développement local, comme l'utilisation de contenu national ou local (art. 19.4 (6) AECG et 503 (3) ALEC). Ainsi, dans le cadre d'un appel d'offres auquel s'applique l'AECG, cela interdirait à l'organisme public québécois d'exiger des soumissionnaires une part de contenu québécois dans leur soumission, ou d'accorder une préférence à celles qui en contiennent.

En vertu de l'article 14.1 LCOP, les organismes publics, désirant accorder un contrat d'approvisionnement, de services ou de travaux de construction comportant une dépense, incluant, le cas échéant, la valeur des options,

inférieure au seuil minimal applicable en vertu de l'*Accord économique et commercial global entre le Canada et l'Union européenne*, peuvent :

- 1° réserver un appel d'offres public aux petites entreprises du Québec et à celles d'ailleurs au Canada si cet organisme est visé par une directive prise conformément au premier alinéa de l'article 14.4;
- 2° accorder une préférence en fonction de la valeur ajoutée québécoise ou autrement canadienne;
- 3° exiger des biens, des services ou des travaux de construction québécois ou autrement canadiens.

Le Conseil du trésor a précisé dans le *Règlement sur la définition de certaines expressions pour l'application de la section IV du chapitre II de la Loi sur les contrats des organismes publics*<sup>5</sup> la forme et le pourcentage maximal de la préférence qu'un organisme public peut accorder.

Lorsqu'un contrat n'est pas assujéti à un accord intergouvernemental (art. 10 LCOP), son adjudication doit alors respectée l'article 14.2 LCOP dont le 2<sup>e</sup> alinéa a été ajouté en 2022 :

Un organisme public doit privilégier le recours à la procédure d'appel d'offres public régionalisé pour l'adjudication d'un contrat visé à l'article 10 qui n'est pas assujéti à un accord intergouvernemental. S'il s'agit d'un contrat d'approvisionnement, de services ou de travaux de construction, l'organisme public doit également privilégier l'acquisition de biens, de services ou de travaux de construction québécois.

Si l'organisme public ne procède pas par appel d'offres public régionalisé ou, dans le cas d'un contrat d'approvisionnement, de services ou de travaux de construction, ne privilégie pas l'acquisition de biens, de services ou de travaux de construction québécois, il doit consigner les circonstances ou les motifs considérés.

Depuis 2022, alors que tous les organismes publics doivent évaluer leurs besoins reliés au développement durable avant le processus d'adjudication ou d'attribution des contrats, les organismes assujéti à la *Loi sur le développement durable* doivent également tenir compte des objectifs fixés par cette loi et par la stratégie de développement durable qui lui est associée (art. 14.6 LCOP). De plus, un organisme public doit « privilégier » l'inclusion dans ses appels d'offre ou contrats :

d'au moins une condition relative au caractère responsable de l'acquisition, sur le plan environnemental, social ou économique. Une telle condition peut notamment prendre la forme d'une condition d'admissibilité, d'une exigence technique, d'un critère d'évaluation de la qualité ou d'une marge préférentielle (art. 14.7 LCOP).

Malheureusement, cet article n'est pas contraignant et l'alinéa de la disposition exigeant d'un organisme public de motiver la raison de l'absence d'une telle clause n'est toujours pas en vigueur, rendant ainsi l'article 14.7 LCOP purement incitatif et sans pénalité. La loi stipule que les conditions environnementales, sauf si autorisées autrement par la loi, doivent être liées à l'objet du contrat selon les termes suivants :

---

<sup>5</sup> *Règlement sur la définition de certaines expressions pour l'application de la section IV du chapitre II de la Loi sur les contrats des organismes publics*, RLRQ c. C-65.1, r. 7.01.

sont réputées liées à l'objet du contrat les conditions qui se rapportent aux biens, aux services ou aux travaux de construction à quelque égard que ce soit et à n'importe quel stade de leur cycle de vie, incluant notamment les stades de recherche, de développement, de production, de commercialisation, de prestation, de distribution, d'utilisation, de maintenance et de fin de vie, et ce, même lorsque de telles conditions ne portent pas sur l'une de leurs caractéristiques intrinsèques (art. 14.8 LCOP).

Finalement, le Conseil du trésor pourrait, par directive, obliger des organismes publics à inclure, dans les documents d'appel d'offres ou le contrat une ou plusieurs conditions environnementales (art. 14.9 LCOP). Par ailleurs, le gouvernement provincial vient préciser dans la loi qu'il désire que les organismes publics augmentent leurs acquisitions ayant un caractère responsable, acquièrent des biens, des services et des travaux de construction qui sont durables et qui réduisent les impacts environnementaux négatifs, réels et potentiels, notamment au niveau de l'empreinte carbone et des émissions de gaz à effet de serre et que les marchés publics deviennent des vecteurs d'influence en matière de lutte contre les changements climatiques (art. 14.10 LCOP). Pour y arriver, le Conseil du trésor peut déterminer les acquisitions par le biais desquelles les organismes publics doivent:

1° accorder un avantage sous la forme d'une marge préférentielle aux entreprises qui se conforment à des normes environnementales ou relatives aux changements climatiques plus contraignantes que celles fixées par la législation applicable ou les documents d'appel d'offres;

2° préalablement au processus d'adjudication ou d'attribution d'un contrat, recourir à des outils ou à des grilles d'analyse relatifs au développement durable ou fondés sur une approche de cycle de vie ou sur une approche d'économie circulaire, notamment en matière d'atténuation des changements climatiques et d'adaptation à ceux-ci;

8° recourir à un mode d'adjudication prévu par un règlement pris en vertu de la présente loi, même si ce mode d'adjudication n'est pas permis à l'égard d'une partie ou de la totalité des acquisitions visées;

9° recourir à une condition d'admissibilité, une exigence technique, un critère d'évaluation de la qualité ou toute autre condition facultative prévue par la présente loi ou par un règlement pris en vertu de celle-ci;

Au niveau municipal, la *Loi sur les cités et villes* (LCV)<sup>6</sup> permet également aux municipalités, depuis 2021, d'adopter une politique d'acquisition responsable. En effet, selon l'article 573.3.1.2.1 :

Toute municipalité peut adopter une politique d'acquisition responsable qui tient compte des principes prévus à l'article 6 de la *Loi sur le développement durable* (chapitre D-8.1.1).

La municipalité rend cette politique accessible en la publiant sur son site Internet, ou si elle n'en a pas, sur celui de la municipalité régionale de comté dont le territoire comprend le sien.

<sup>6</sup> *Loi sur les cités et villes*, RLRQ c. C-19.

## 4.2. Modes d'adjudication

Selon le *Règlement sur les contrats de travaux de construction des organismes publics*<sup>7</sup> adopté en vertu de la *Loi sur les contrats des organismes publics*, les documents d'appel d'offres d'un organisme public doivent comprendre différents éléments incluant les conditions d'admissibilité exigées d'un entrepreneur et les conditions de conformité des soumissions (art. 5 (3<sup>o</sup>)). Parmi les conditions d'admissibilité on retrouve, par exemple, les qualifications de l'entrepreneur, ses permis, licences, accréditations, etc. L'appel d'offres peut également contenir tout autre condition d'admissibilité (art. 6) tel que l'expérience antérieure, son dossier en matière de conformité environnementale, etc. Les soumissions qui répondent aux conditions requises par les documents de l'appel d'offres sont alors évaluées en fonction du prix demandé. Le critère d'attribution des contrats de construction repose alors sur le prix (art. 13 et 16) et lorsqu'il y a égalité de prix, le contrat est adjugé au tirage au sort (art.17).

Les dispositions du règlement, qui permettent l'évaluation des soumissions sur des critères de qualité, pourraient être utiles en matière de circularité et d'innovation. En effet, un organisme public doit déterminer un minimum de 3 critères qu'il juge essentiel pour son projet de construction pour permettre une évaluation basée sur la qualité (annexe 4). Il doit alors exposer, dans les documents de l'appel d'offres, les éléments exigés de l'entrepreneur pour atteindre le « niveau de performance acceptable » qui correspond à l'attente minimale pour chacun des critères de qualité (annexe 4). Ces critères pourraient toucher tant à la protection de l'environnement (dépenses énergétiques, émissions de GES, certification LEED ou autre certification, etc.) qu'à des stratégies de circularité (réemploi de matériaux, agencement modulable, gestion des déchets générés, utilisation de matériaux recyclés, etc.) ou à des solutions novatrices pour réduire l'empreinte écologique des projets de construction. Si la soumission d'un entrepreneur ne rencontre pas les critères de qualité, elle est rejetée avec justifications à l'appui (art. 22). Dans le cas inverse, les entrepreneurs sont invités à présenter une soumission basée uniquement sur le prix et le plus bas soumissionnaire est alors choisi (art. 23).

Des dispositions similaires se retrouvent dans le *Règlement sur certains contrats de services des organismes publics*<sup>8</sup>, également édicté en vertu de la *Loi sur les contrats des organismes publics*, et qui concerne les services de conseil, les études préparatoires, le concept et les plans préliminaires, les plans et devis définitifs, les services à fournir pendant la construction ainsi que d'autres services spéciaux fournis notamment par des architectes et des ingénieurs<sup>9</sup>.

Le Tableau 4.1 résume les différents modes d'adjudication que l'on retrouve dans les instruments juridiques au niveau municipal. L'évaluation de la qualité des soumissions reçues en vue de l'octroi d'un contrat de construction est une pratique plus courante au niveau municipal que pour les organismes publics assujettis à la LCOP et à ses règlements.

<sup>7</sup> *Règlement sur les contrats de travaux de construction des organismes publics*, RLRQ c. C-65.1, r.5.

<sup>8</sup> *Règlement sur certains contrats de services des organismes publics*, RLRQ c. C-65.1, r. 4.

<sup>9</sup> Voir les catégories de services dans *Tarif d'honoraires pour services professionnels fournis au gouvernement par des architectes*, RLRQ, C-65.1, r 9 et *Tarif d'honoraires pour services professionnels fournis au gouvernement par des ingénieurs*, RLRQ C-65.1, r 12.

Tableau 4.1 Modes d'adjudication au niveau municipal (réalisé à partir du guide du Gouvernement du Québec sur les modes d'adjudication des contrats par appel d'offres publics, 2019)

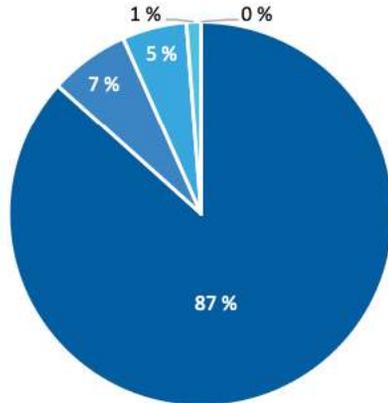
Modes	Précisions	Dispositions
1. Plus bas soumissionnaire conforme	x	ART 573 LCV ; ART 935 CM
<b>« Modes avec un système de pondération et d'évaluation des offres »</b>		
2. Mode à deux étapes, « deux enveloppes ».	Une 1 <sup>re</sup> évaluation sur la qualité. Une 2 <sup>e</sup> évaluation se fait en prenant en compte le prix et la qualité pour les offres ayant passé un seuil de conformité sur la qualité. +/- d'importance pour le prix.	ART 573.1.0.1.1 LCV ; ART 936.0.1.1 CM
3. Grille de pondération incluant le prix	Évaluation sur critères de prix et de qualité. Distinction avec mode 2 étapes par la liberté de choix de critères de qualité	ART 573.1.0.1 LCV ; ART 936.0.1 CM
4. Grille de pondération incluant le prix avec discussions et négociation	Procédure identique au mode 3. Mais permet négociation avec soumissionnaire dans la limite du respect des « éléments fondamentaux de la soumission »	ART 573.1.0.5 LCV ; ART 936.0.5 CM

Comme spécifié dans Jobidon *et al.* (2018), l'adjudication des contrats basée uniquement sur le plus bas prix peut conduire à une baisse de qualité :

*Many studies have demonstrated limitations associated with the use of the traditional delivery methods, such as the creation of adversarial relationships, a lower productivity rate, inefficient methods leading to the recommencement of certain jobs and poor quality, as well as high rates of disputes and a lack of innovation. Those limitations lead to an increase in costs, schedule delays, and poor quality.*

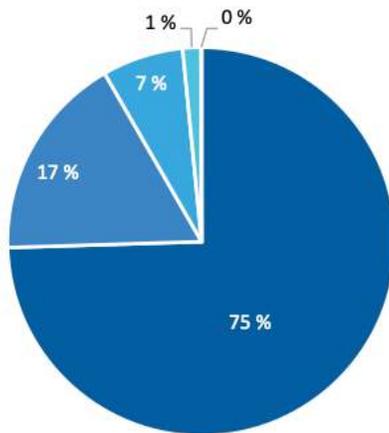
Toutefois, l'adjudication au plus bas prix uniquement reste le mode majoritaire dans les processus d'adjudication des contrats des organismes publics au Québec comme on peut le constater dans la Figure 4.1.

### Répartition en nombre



- Prix le plus bas 8 394 contrats
- Note finale de qualité la plus élevée 651 contrats
- Prix ajusté le plus bas (meilleur rapport qualité-prix) 524 contrats
- Niveau minimal de qualité et prix le plus bas 118 contrats
- Valeur économique pondérée la plus élevée (rendement énergétique) 1 contrat

### Répartition en valeur



- Prix le plus bas 13 003 M\$
- Prix ajusté le plus bas (meilleur rapport qualité-prix) 2 994 M\$
- Note finale de qualité la plus élevée 1 179 M\$
- Niveau minimal de qualité et prix le plus bas 263 M\$
- Valeur économique pondérée la plus élevée (rendement énergétique) 12 M\$

Figure 4.1 Répartition en nombre et en valeur des contrats conclus par appel d'offres public selon le mode d'adjudication utilisé en 2021-2022 (Gouvernement du Québec, 2023)

## 4.3. Rédaction des appels d'offres

Les clauses insérées dans les appels d'offre ne doivent pas affecter la concurrence. La jurisprudence est claire sur ce sujet. Elle interdit formellement « l'appel d'offres dirigé » (voir, par exemple, *Roxboro Excavation inc. c. Longueuil (Ville de)*, 2013 QCCS 5231). En effet, il faut éviter de rédiger un appel d'offres de manière qu'un seul soumissionnaire puisse y répondre. Par ailleurs, selon Giroux *et al.*, les juges seraient prompts à intervenir dans les cas où :

- Les critères utilisés ne seraient pas pertinents par rapport à l'objectif de la procédure;
- Les critères utilisés ne seraient pas connus des soumissionnaires;

- Les évaluateurs auraient agi de manière inéquitable, discriminatoire ou de mauvaise foi dans l'évaluation des soumissions;
- Le résultat serait entaché d'une erreur grossière ou entraînerait un déni de justice.

L'Autorité des marchés publics peut également intervenir lorsqu'un organisme public prévoit des conditions dans ses documents d'appel d'offres qui ont pour effet de limiter la concurrence sans que les besoins déterminés par l'organisme public ne justifient une telle condition. L'évaluation et la détermination préalables des besoins par l'organisme public (art. 2 (4°) LCOP) doit donc être effectuée en poursuivant des objectifs de développement durable, de façon à ce que des critères environnementaux soient justifiés (Fradette, 2022).

Tel que précisé dans l'affaire *Entreprise P.S. Roy inc. c. Magog (Ville de)*, 2013 QCCA 617, les clauses incluses dans les appels d'offre doivent en pratique :

- Respecter « l'égalité entre les soumissionnaires »;
- Être « publiques et applicables de manière transparentes »;
- Être justifiées par les besoins du donneur d'ouvrage;
- Avoir un lien avec l'objet du contrat.

Les appels d'offres doivent être rédigés en termes de performance ou d'exigences fonctionnelles. Ainsi des clauses contenant des **critères environnementaux** peuvent être insérées dans les appels d'offres incluant des exigences relatives à la gestion des déchets, à l'utilisation de matériaux durables, à la réduction des émissions de carbone, à la conservation de la biodiversité, etc. Des conditions d'admissibilité touchant la **certification environnementale** des soumissionnaires peuvent également être exigées par les organismes publics. Des critères d'**innovation environnementale** rencontrant des niveaux de performance précis peuvent également apparaître dans les appels d'offres. Finalement, des exigences de **suivi environnemental** tout au long du contrat de construction peuvent être imposées aux entrepreneurs pour assurer la conformité du projet.

#### 4.4. Autres considérations légales liées à la circularité dans le secteur de la construction

Il existe certaines dispositions légales qui peuvent venir contrecarrer la concrétisation de clauses de circularité dans les appels d'offres du secteur de la construction. Par exemple, le Code de construction<sup>10</sup>, édicté en vertu de la *Loi sur le bâtiment*<sup>11</sup>, ne traite pas de l'usage de matériaux, appareils et équipements usagés. Il n'existe aucune obligation pour un entrepreneur d'acheminer les résidus de construction, rénovation et démolition (CRD) à un centre de tri spécialisé (BAPE, 2022).

Le *Code de sécurité pour les travaux de construction*<sup>12</sup>, édicté en vertu de la *Loi sur la santé et la sécurité au travail*<sup>13</sup>, peut également avoir le même effet en restreignant l'usage de certains matériaux ou en considérant des matériaux usagés comme des matières résiduelles.

<sup>10</sup> *Code de construction*, RLRQ c. B-1.1, r. 2.

<sup>11</sup> *Loi sur le bâtiment*, RLRQ c. B-1.1.

<sup>12</sup> *Code de sécurité pour les travaux de construction*, RLRQ c. S-2.1, r.4.

<sup>13</sup> *Loi sur la santé et la sécurité au travail*, RLRQ c. S-2.1

La *Loi sur les relations de travail, la formation professionnelle et la gestion de la main-d'œuvre dans l'industrie de la construction*<sup>14</sup> peut également jouer un rôle déterminant en limitant l'accès à la formation spécialisée nécessaire pour comprendre et mettre en œuvre une stratégie de circularité ou en rendant son application beaucoup plus coûteuse que les travaux de construction usuels.

Toute clause de circularité insérée dans un document d'appel d'offres devient inutile si le marché économique locale ou à tout le moins régional ne permet pas l'accès soit aux matériaux nécessaires soit à une main-d'œuvre spécialisée. Ces marchés peuvent se développer sous la pression d'incitatifs économiques si la demande est croissante mais des contraintes ou exigences légales accélèrent souvent le développement de tels marchés économiques en créant la masse critique nécessaire ou en provoquant le virage de mentalité nécessaire à leur expansion. À titre d'exemple, citons le cas de la disponibilité de matériaux usagés. Selon Lussier (2023) :

Il existe une soixantaine de centres de tri de CRD à travers la province, mais seulement 13 sont reconnus par le Programme de reconnaissance des centres de tri de résidus de construction, rénovation et démolition de RECYC-QUÉBEC, indiquant de bons résultats quant à leur tri et la valorisation de leurs matières résiduelles (RECYC-QUÉBEC, 2020). Certaines régions sont mal desservies pour ce service, et il devient donc plus avantageux financièrement d'acheminer les résidus CRD directement à un lieu d'enfouissement. D'ailleurs, une majorité d'entrepreneurs préfèrent tout de même envoyer leurs matières résiduelles directement à l'enfouissement puisque les tarifs sont plus faibles (RECYC-QUÉBEC, 2023a). Même lorsque les résidus passent par un centre de tri CRD, les enjeux d'assurer la qualité des matériaux pour qu'ils entrent dans la chaîne de production et de trouver des débouchés demeurent (Groupe AGÉCO et al., 2019). Les résultats du *Bilan 2021 de la gestion des matières résiduelles au Québec* de RECYC-QUÉBEC confirment cette assertion puisque 53 % des matières sorties des centres de tri CRD ont été éliminées plutôt que réintroduites dans une chaîne de production (RECYC-QUÉBEC, 2023a). En ce qui concerne les matériaux récupérés pour le réemploi, ces marchés sont rares ou carrément absents de certaines régions (Groupe AGÉCO et al., 2019).

Les pouvoirs publics ont déjà commencé à introduire certaines exigences en matière de construction dans le corpus réglementaire visant à protéger l'environnement ou à favoriser l'économie sociale (le rendement énergétique, l'instauration de centres de tri, la redevance à l'élimination des résidus, par exemple) mais ces interventions demeurent parcellaires, non coordonnées et souvent peu contraignantes. De plus, pour établir efficacement la circularité dans le secteur de la construction, l'État doit donner l'exemple au sein de tous les organismes publics et s'assurer que l'offre de circularité (services et composantes) rencontre la demande en circularité, tant spontanée venant du consommateur, qu'artificiellement établie par le cadre légal. Une réorganisation du secteur de la construction au niveau régional ou territoriale est, par conséquent, nécessaire pour connecter, coordonner et faciliter le travail des nombreux acteurs impliqués. Lussier (2023) résume, dans le Tableau 4.2, cette approche territoriale nécessaire.

<sup>14</sup> *Loi sur les relations de travail la formation professionnelle et la gestion de la main-d'œuvre dans l'industrie de la construction*, RLRQ c. R-20

Tableau 4.2 Résumé des étapes et actions d'une approche territoriale en économie circulaire (Lussier, 2023 d'après : Recyc-Québec, 2022, ADEME, 2014 et Hemmerdinger et al., 2017)

Étapes	Actions
Diagnostic du territoire	Portrait de l'état des lieux du territoire
	Analyse de flux de matière
	Inventaire des plans, politiques et règlements en vigueur portant sur l'économie circulaire
	Cartographie des acteurs
	Inventaire des initiatives d'économie circulaire passées, en place et futures
Définition d'une organisation cohérente	Participation publique
	Coordination avec les dispositifs existants et documents structurants
	Mobilisation des acteurs

## 4.5. Conclusion du chapitre

Il semble évident que le développement de la circularité dans le secteur de la construction serait grandement facilité si l'État donnait l'exemple en intégrant des clauses de circularité dans ses documents d'appels d'offres. Un début de volonté politique à promouvoir le développement durable et à réduire les impacts environnementaux des projets de construction apparaît dans la législation actuelle qui permet l'inclusion de critères de circularité et d'innovation dans les appels d'offre publics. Toutefois, les dispositions pertinentes ne sont ni contraignantes ni particulièrement convaincantes.

Outre la nécessité d'un texte législatif beaucoup plus mordant et engagé au niveau des appels d'offres publics, une approche intégrée du secteur de la construction s'avère essentielle pour espérer adopter une stratégie de circularité efficace. L'établissement d'une infrastructure légale facilitante dans le secteur de la construction doit permettre de créer un marché économique où l'offre d'approvisionnement peut satisfaire à la demande et ainsi rendre crédible la réalisation de critères de circularité dans les appels d'offre et convaincre les organismes publics et les acteurs du monde de la construction d'investir dans l'économie circulaire.

Comme dans d'autres secteurs où l'État tarde à intervenir (changements climatiques et santé, par exemple), l'on voit apparaître une gouvernance en matière de circularité complètement à l'extérieur de l'État sous la forme d'un nombre incommensurable d'initiatives diverses (formations, guides, lignes directrices, évaluations techniques, certifications, etc.). Ce type de gouvernance peut être, dans certains cas, plus efficace que l'action

publique. Toutefois, dans un domaine aussi novateur et embryonnaire que la circularité, le risque de dérapage et de développement chaotique basé sur des formations, performances ou rendements erronés est grand et incite les acteurs du monde de la construction à faire preuve de prudence avant de prendre ce virage écologique. Le rôle de l'État, en tant que porteur d'information de qualité et de coordonnateur de l'offre du secteur de la construction, prend alors toute son importance.

Des recommandations à trois niveaux d'interventions sont proposées :

- **Actions à prendre par l'État en amont des appels d'offres pour faciliter ou permettre la réalisation des clauses dans les appels d'offres liés au secteur de la construction**
  - Adopter une approche systémique du secteur de la construction et éliminer les obstacles injustifiés à la circularité dans les instruments juridiques connexes;
  - Accentuer les normes obligatoires de circularité, de performance énergétique, de protection environnementale, etc. touchant le secteur de la construction;
  - Favoriser l'économie circularité en aidant le marché local/régional à se développer (formation spécialisée; opportunités de réemploi et recyclage des matériaux; interdiction d'élimination de certains matériaux récupérables; renforcement de la responsabilité élargie des producteurs (REP); taxation graduelle et adaptée aux matériaux neufs/réemploi partiel/réemploi total, etc.);
  - Instaurer une obligation de traçabilité des matériaux résiduels de la construction, rénovation et démolition (CRD) et des sols contaminés et un système de suivi efficace ;
  - Établir un répertoire des entreprises spécialisées et des types et quantité de matériaux récupérés par région;
  - Rendre obligatoire, subventionner et reconnaître la formation spécialisée en circularité pour tous les acteurs du secteur de la construction;
  - Favoriser les innovations technologiques et les services durables.
  
- **Actions à prendre par l'État au niveau de l'encadrement légal des appels d'offres publics liés au secteur de la construction**
  - Rendre l'article 14.7 LCOP contraignant dans son entièreté et exiger plus d'une condition d'approvisionnement responsable et de circularité dans tous les appels d'offres pour forcer un changement de culture au sein des organismes publics;
  - Moduler des exigences légales strictes, précises et quantifiées au niveau des conditions de circularité à insérer dans les documents d'appel d'offres en fonction de la réorganisation progressive du secteur de la construction;
  - Établir une banque détaillée de clauses types de circularité pour rendre leur utilisation facilement accessible à tous les donneurs d'ouvrage;
  - Insérer un mécanisme obligatoire de suivi de la performance dans tous les appels d'offres;
  - Utiliser les clauses de circularité dans les appels d'offres publics comme facteur de changement dans le secteur de la construction en général.
  
- **Actions à prendre immédiatement par les donneurs d'ouvrage au niveau des appels d'offres liés au secteur de la construction**
  - Insérer systématiquement des conditions de circularité et un mécanisme de suivi de la performance dans les documents d'appel d'offres;
  - Mobiliser les ressources actuellement disponibles pour aider à concevoir une stratégie de circularité dans les projets de construction, rénovation et déconstruction.

## 5. INTÉGRATION DE LA CONCEPTION POUR LA CIRCULARITÉ DANS LES PROCESSUS D'APPROVISIONNEMENT

### 5.1. Phases des projets de construction et de rénovation des bâtiments

Les projets de construction et de rénovation de bâtiments, surtout ceux de grande ampleur, nécessitent de réaliser un ensemble d'activités qui requièrent un processus structuré pour leur exécution. Comme l'illustre la *Figure 5.1*, ce processus se divise en quatre grandes phases :



*Figure 5.1 Phases des projets de construction et de rénovation des bâtiments (adapté de Gouvernement du Québec, 2022)*

Dans chacune de ces phases interviennent différentes parties prenantes tant internes qu'externes. Par conséquent, la coordination et la communication entre elles est clé pour le déploiement réussi du projet, spécialement quand de nouvelles approches et solutions, comme celles de l'économie circulaire, sont recherchées. Tous les maillons de la chaîne doivent être impliqués et informés des décisions en amont afin de maximiser les retombées positives attendues tout au long du cycle de vie du bâtiment.

Afin d'intégrer l'économie circulaire dans la conception des projets de construction et rénovation, les donneurs d'ordres doivent penser à la circularité des projets autant dans la phase 2 de conception que dans celle en amont, la phase 1 de planification.

#### 5.1.1. Phase de planification du projet

Comme dans tout processus d'approvisionnement, la phase de planification s'avère la plus stratégique et la plus déterminante, car c'est dans cette phase que les donneurs d'ouvrage prennent les décisions relatives aux objectifs du projet et aux paramètres de réalisation (Gouvernement du Québec, 2022).

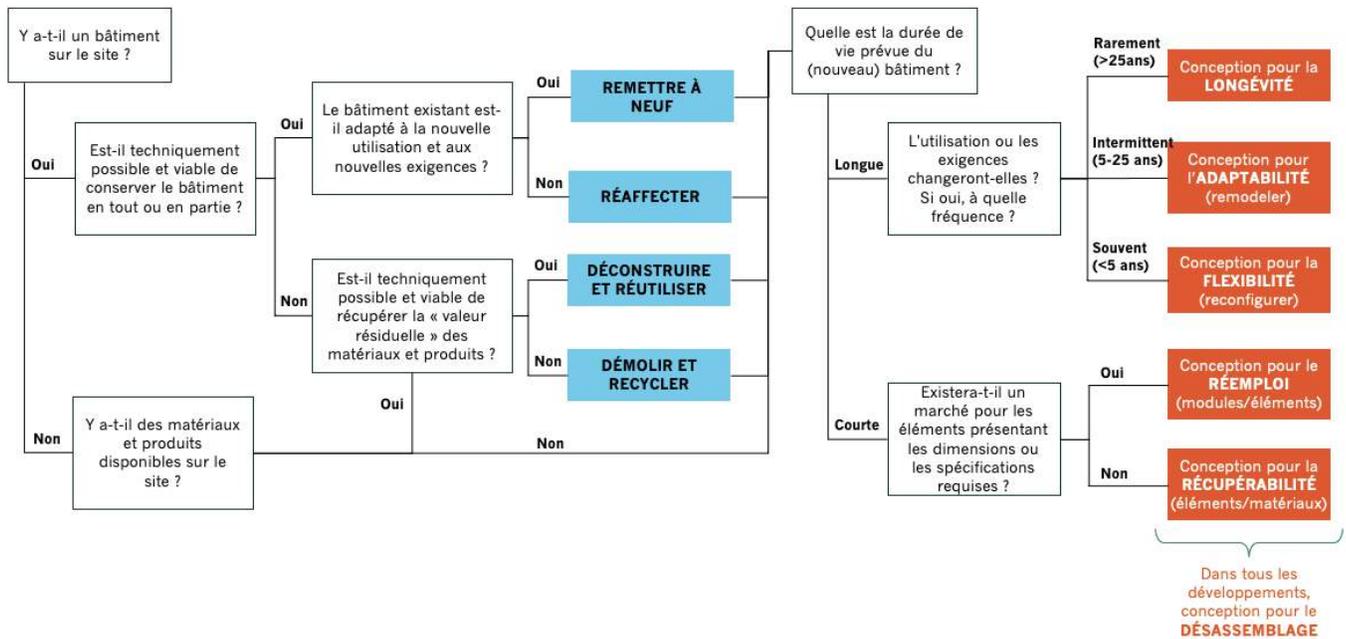
En fonction du type de projet, les actions dans cette phase varient, mais normalement elles consistent en :

- 1) L'expression du besoin, qui démarre la planification du projet;
- 2) L'élaboration d'études diverses, notamment des études de faisabilité, études de marché, études techniques préparatoires diverses, pour bien encadrer le besoin et prendre des décisions éclairées quant à la façon de le combler;
- 3) La définition détaillée du projet, des paramètres clés de réalisation et d'un budget estimatif ;
- 4) L'acquisition des terrains, des bâtiments ou des locaux, en propriété ou en location, le cas échéant, où implanter le projet.

Les principales parties prenantes impliquées dans cette phase sont : les demandeurs (internes ou promoteurs externes) qui définissent le besoin, les expert·e·s internes et externes impliqué·e·s dans l'élaboration des études nécessaires (architectes, ingénieur·e·s, conseiller·ère·s en développement durable, en aménagement interne, etc.), les propriétaires, en cas d'achat ou de location de biens immeubles, et l'équipe d'approvisionnement qui soutient entre autres les demandeurs et les expert·e·s internes dans les acquisitions de services professionnels et de biens immeubles.

Afin d'intégrer l'économie circulaire dans la phase de planification, les donneurs d'ouvrage doivent réaliser certaines études, prendre des décisions de gestion pour le projet et établir les stratégies de circularité à prioriser en fonction des besoins énoncés, du contexte du projet et des solutions disponibles. La [Figure 5.2](#) présente l'arbre décisionnel établi par la ville de Londres pour guider les promoteurs publics et privés dans la sélection des stratégies de circularité dans cette phase qui aura pour effet d'influer sur la conception et le développement du projet.

Figure 5.2 Arbre décisionnel pour choisir la bonne stratégie de circularité (tiré de Great London Authority, s.o.)



En plus de prioriser les stratégies de circularité générales à suivre, les donneurs d'ouvrage doivent considérer les actions suivantes identifiés au chapitre 3 :

- Prioriser des emplacements déjà développés, avec des infrastructures et des services en place;
- Étudier la possibilité de rénover, réaffecter ou louer un bâtiment existant au lieu d'opter pour une nouvelle construction;
- Identifier les besoins futurs de typologies de bâtiments dans la zone du projet et définir les paramètres techniques à respecter pour faciliter son adaptabilité;
- Analyser les besoins d'usages dans la zone du projet et définir les paramètres techniques à respecter pour accueillir ces usages multiples de façon optimale et maximiser l'usage des espaces;
- Étudier le besoin réel d'une construction de grande hauteur et/ou avec souterrains profonds;
- Évaluer la faisabilité d'opter pour du bois structurel au lieu du béton ou de l'acier pour la structure;
- Faire un inventaire exhaustif des matériaux, des composants et des produits du bâtiment pour intégrer le réemploi dans la conception du nouveau projet;
- Évaluer les risques climatiques dans la région et le lieu de construction afin d'établir les paramètres à prendre en considération pour le projet;
- Analyser les solutions d'économie de la fonctionnalité dans la région et la pertinence de les intégrer dans le projet.

Pour ce qui est de la gestion du projet, les parties prenantes participantes aux ateliers de cocréation identifient aussi les actions suivantes à mettre en place par les donneurs d'ouvrage afin de maximiser le potentiel de circularité des projets :

- Considérer la pertinence d'une approche de conception intégrée afin de maximiser la collaboration entre les différents acteurs tout au long du cycle de vie du projet;
- Évaluer la faisabilité d'exiger la modélisation des données du bâtiment (*Building Information Modeling* ou BIM en anglais) pendant tout le processus de conception, construction et exploitation du bâtiment.

### 5.1.2. Phase de conception du projet

Un fois le projet défini, la phase suivante est celle de la conception du projet qui sert à élaborer les concepts dans chacune des spécialités du projet (architecture, ingénierie civile, de structure, électromécanique, aménagement intérieur) et les plans et devis détaillés pour son exécution par les entrepreneurs. Pour ce faire, le donneur d'ouvrage doit constituer l'équipe de professionnels qui réalisera ces tâches. Dans certains projets, la sélection de l'équipe se fera par concours d'architecture suivi de l'élaboration des plans et devis. Les formes contractuelles varient entre le secteur public et privé et en fonction de la taille du projet.

Les parties prenantes à mobiliser dans cette phase sont : les demandeurs (internes ou promoteurs externes), les expert-e-s internes et externes de chacune des spécialités, les personnes usagères ou occupantes du bâtiment ainsi que l'équipe d'approvisionnement.

Pour inclure l'économie circulaire liée aux matériaux dans cette phase, les donneurs d'ouvrage doivent intégrer des clauses de circularité dans les processus d'acquisition des différents services professionnels impliqués dans la conception des plans et devis. En fonction des stratégies identifiées au chapitre 3, les critères à prendre en considération, en fonction du projet, sont :

- Exiger une conception qui minimise la consommation de matériaux;
- Optimiser le potentiel de réversibilité, d'adaptabilité et de déconstruction du bâtiment en recherchant la polyvalence, la convertibilité et le désassemblage des différents systèmes du bâtiment en fonction du contexte et objectifs pour le bâtiment;
- Demander l'utilisation de matériaux à faible empreinte écologique (réemployés, recyclés, biosourcés de sources durables, à faible empreinte carbone, non toxiques ou polluants, monomatériaux ou par couches facilement séparables, standardisés, durables, réversibles, préfabriqués, etc.);
- Assurer la prise en considération des risques climatiques dans la conception du bâtiment et exiger le développement d'un plan d'adaptation climatique post-construction;
- Fournir l'inventaire détaillé des matériaux, des composantes et des produits du projet et le manuel de longévité, d'adaptabilité et de déconstruction du bâtiment avec les instructions, les diagrammes et le calendrier pour maximiser la rétention de valeur du bâtiment et de ses composantes;
- S'assurer que le devis inclue la mise à jour de l'inventaire détaillé et des manuels par l'entrepreneur;
- Introduire des exigences pour la gestion des matières résiduelles de construction, rénovation et démolition (CRD) à déployer par l'entrepreneur;
- Assurer la formation des propriétaires et des gestionnaires du bâtiment aux éléments de circularité du projet.

En plus, les donneurs d'ouvrage devraient aussi introduire dans la sélection des services professionnels des critères de qualité sur les compétences et l'expérience dans des projets « circulaires », la compréhension du volet circulaire du mandat et son intégration dans la proposition de services à ce sujet.

## 5.2. Outil de clauses de conception pour faciliter l'économie circulaire dans les bâtiments

Afin d'aider les donneurs d'ouvrage à opérationnaliser les recommandations identifiées précédemment, l'Équipe solution n°1 a développé un outil d'approvisionnement responsable (AR) en collaboration avec les acteurs du milieu qui ont participé à des ateliers de cocréation. Ces ateliers visent à permettre aux parties prenantes de mieux comprendre les bases scientifiques du concept de circularité dans les projets de construction, d'explorer les solutions identifiées et d'engager la discussion sur les mesures et les critères à déployer dans la phase de planification et d'approvisionnement des services professionnels afin d'intégrer la circularité dans la conception des projets de construction.

En format Excel, l'outil comprend cinq onglets avec les éléments suivants :

1. **Introduction**, qui décrit l'objectif, la structure et le contenu du document.
2. **Clauses AR**, qui contient les critères de circularité à introduire dans les documents d'acquisition des services professionnels pour la rédaction des plans et devis du projet. Elles peuvent aussi être adaptées et utilisées lors des processus avec concours d'architecture.
3. **Liste de contrôle**, qui présente non seulement les clauses d'achat responsable de façon simplifiée pour faciliter leur considération et leur suivi dans le déploiement du contrat par les fournisseurs, mais aussi d'autres mesures et études à considérer dans la phase de planification afin de favoriser davantage l'introduction de la circularité des matériaux dans le projet. Ces mesures et études correspondent aux mesures listées dans la section 5.1.1.
4. **Arbre décisionnel**, conçu pour aider les donneurs d'ordres à identifier l'approche stratégique de circularité à prioriser en fonction des caractéristiques du projet, des objectifs de développement durable de l'organisation et de sa volonté d'innovation. Il correspond à la [Figure 5.2](#) précédente.
5. **Bibliographie**, qui compile les principales sources consultées pour le développement de l'outil.

Voir l'annexe III pour accéder à l'outil « Clauses de conception pour faciliter l'économie circulaire dans les bâtiments ».

## 5.3. Terrains d'expérimentation

### 5.3.1. Sélection des terrains d'expérimentation

Bien que l'outil d'approvisionnement responsable ait été développé en collaboration avec différentes parties prenantes, incluant plusieurs donneurs d'ouvrage (autant à niveau municipal que provincial), la dernière étape du projet était constituée du pilotage de l'outil dans des terrains d'expérimentation réels afin d'identifier les points d'amélioration de l'outil et de documenter les apprentissages à partager avec d'autres donneurs d'ordres sur l'application des critères d'économie circulaire dans la conception de projets de construction et de rénovation de bâtiments.

Les terrains d'expérimentation recherchés étaient des projets de construction de nouveaux bâtiments ou de rénovation d'immeubles existants portés par des donneurs d'ouvrage publics pour valider, dans des projets réels, l'applicabilité des clauses de l'outil dans un contexte normatif d'approvisionnement plus restrictif que dans le secteur privé.

La recherche d'organisations intéressées à piloter l'introduction de clauses de conception « circulaire » a été réalisée en collaboration avec les personnes participantes aux ateliers de cocréation, auprès de membres de

l'ECPAR et de divers contacts professionnels de l'Équipe solution n°1. Outre l'intérêt général des organisations sollicitées, quelques défis de recrutement et de sélection ont été rencontrés :

- **Un sujet novateur pour les organisations.** Plusieurs participant-e-s aux ateliers de cocréation ont affirmé l'importance de la gestion des matières résiduelles dans les projets de construction, rénovation et démolition et, qu'ils ont été davantage préoccupés par la circularité en phase de réalisation plutôt qu'à celles de la planification et de la conception. Les ateliers, dont le sujet revêt un caractère novateur, servira donc d'introduction à la prise en considération de l'économie circulaire et des différentes mesures à mettre en place dès la phase de conception.
- **Un délai court pour la réalisation de terrains d'expérimentation.** L'Équipe solution n°1 ayant établi un échéancier à partir d'août 2022 jusqu'à décembre 2023, soit une durée d'un an et demi pour réaliser l'ensemble des activités prévues dans le projet, se devait de développer l'outil de clauses d'approvisionnement responsable avant de débiter les terrains d'expérimentation. Le délai relativement court attribué à cette étape a eu pour effet de réduire la période disponible pour l'expérimentation et de limiter la participation d'organisations sur des projets de longue durée.
- **Des projets dépendants de financement externe.** Pour certaines organisations publiques (comme celles du secteur de l'éducation, de la santé ou du milieu municipal), l'approbation du budget pour le développement de projets de construction ne dépend pas seulement de l'organisation elle-même, mais d'autres organismes qui financent leurs investissements. Dans ce contexte, un des terrains d'expérimentation identifié avec l'Université de Sherbrooke a dû se retirer, n'ayant pu obtenir le financement attendu au moment de la sélection des projets.

Finalement, trois organisations ont été en mesure de confirmer leur participation : Hydro-Québec, l'Université de Sherbrooke et la municipalité de Saint-Denis-de-Brompton.

### 5.3.1. Pilotage de l'outil par Hydro-Québec

Parmi les projets potentiels identifiés par la direction de gestion des immeubles d'Hydro-Québec, le projet de réfection d'un bâtiment de 1969 à Blainville a été sélectionné dans premier lieu. L'appel d'offres pour les services professionnels de ce projet étant déjà terminé au moment de la sélection, un ajout de clauses de circularité est donc proposé aux firmes d'architecture et d'ingénierie dans le cadre d'une deuxième rencontre. Celles-ci acceptent de les intégrer à leur mandat sur une base volontaire. Pour ce faire, l'équipe de projets d'Hydro-Québec a été en mesure de procéder à la révision de l'outil de clauses, d'extraire celles qui sont prioritaires pour leur projet, puis d'en discuter avec les équipes professionnelles lors des rencontres de suivi du projet. Les clauses choisies ont reposé sur le réemploi, la flexibilité et la modularité des solutions techniques.

À partir de cette expérience, un second projet de réfection similaire au précédent est choisi, cette fois-ci à Saint-Jérôme. Afin d'établir les conditions de circularité du mandat de conception, Hydro-Québec établit en amont des clauses de conception pour l'économie circulaire dans la description du mandat. Parmi celles-ci, on retrouve des livrables clairs, des mesures de circularité à prendre en considération dès la conception, des clauses à inclure au devis technique pour l'exécution des travaux et des cibles à atteindre pour le projet.

En plus d'intégrer des clauses dans le mandat de conception sur la base d'expérience acquise au cours des deux terrains d'expérimentation, Hydro-Québec s'est permise d'inclure ces apprentissages aux documents internes utilisés par la société d'État, notamment dans le « Cahier des critères de conception - Travaux immobiliers » de la direction de gestion des immeubles. Ce document, qui regroupe les critères fonctionnels et techniques pour les projets dans un bâtiment administratif, est fourni également aux firmes en début de mandat de

conception. Il regroupe autant des exigences pour l'environnement, la santé, la sécurité et la performance énergétique que des exigences découlant d'encadrements internes, de certifications ou autres.

L'annexe IV présente l'étude de cas des deux terrains d'expérimentation d'Hydro-Québec, réunissant les objectifs de l'organisation, les actions déployées, les parties prenantes impliquées, les apprentissages réalisés au cours du processus ainsi que les défis rencontrés.

### 5.3.2. Pilotage de l'outil par l'Université de Sherbrooke

Lorsque l'Université de Sherbrooke a été approchée pour devenir un terrain d'expérimentation, la plupart des appels d'offres pour des services professionnels avaient déjà été publiés. Par ailleurs, des enjeux d'obtention de financement à temps ont limité la sélection de projet.

Le projet retenu est l'agrandissement d'une faculté située sur le campus principal à Sherbrooke, lequel pourrait être suivi de deux autres phases subséquentes. L'étape de la conception aura donc tout intérêt à être considérée pour ces phases futures.

Afin d'analyser en amont les éléments de circularité à intégrer dans la définition du projet, l'organisation a révisé l'outil de clauses afin de déterminer les stratégies d'économie circulaire à favoriser en fonction du contexte du projet et d'identifier les clauses de conception pour la circularité à inclure dans le document d'appel d'offres de conception. Des critères présélectionnés ont été associés à l'évaluation de la qualité des soumissionnaires par rapport à leur compréhension de la circularité recherchée, à leur approche pour maximiser la circularité tout au long du mandat et les compétences et leur expertise dans le sujet. Plusieurs clauses plus techniques en lien avec l'architecture intemporelle, la flexibilité, la modularité et la réparabilité en vue des phases suivantes, l'augmentation de l'utilisation des espaces, l'utilisation de matériaux à faible empreinte écologique ainsi que la gestion des matières résiduelles ont été considérées.

### 5.3.3. Pilotage de l'outil par la municipalité de Saint-Denis-de-Brompton

Des rencontres d'intérêt et de sensibilisation à l'importance de la circularité dans les projets de construction, rénovation et démolition ont eu lieu avec des conseillers et des membres de la direction de la municipalité de Saint-Denis-de-Brompton et la collaboration d'un expert de l'Université de Sherbrooke. Finalement, un projet identifié en phase de planification n'a pu être réalisé à l'aide des terrains d'expérimentation.

### 5.3.4. Apprentissages des terrains d'expérimentation

En cours d'avancement des terrains d'expérimentation, les équipes ont identifié les apprentissages suivants :

- **Soutien inestimable des engagements formels de l'organisation en développement durable ou en achat responsable.** Compter sur des engagements formels de la direction de l'organisation en faveur du développement durable et des acquisitions de biens et services responsables favorise les initiatives innovantes d'économie circulaire et permet d'obtenir l'approbation interne nécessaire pour aller de l'avant. Un engagement faible ou absent peut représenter un frein et entraver leur réalisation.
- **Importance de l'ouverture d'esprit de la part de toutes les parties prenantes** (internes et externes). Introduire l'économie circulaire dans les processus existants demande une adaptation, une flexibilité et une ouverture d'esprit au changement, que ce soit dans les pratiques de conception, d'approvisionnement, d'ingénierie, d'architecture, ou comptables. Lors de la sélection de projets pilotes, la curiosité, la motivation et l'ouverture d'esprit ont encouragé la mise en œuvre de solutions innovantes dans un contexte de circularité.

- **Formation et sensibilisation des équipes** (internes et externes). La sensibilisation et capacitation sur le concept et les initiatives d'économie circulaire mobilisent et instaurent la confiance auprès du personnel, favorisant ainsi un changement dans les pratiques. Un des éléments sur lesquels mise la sensibilisation et la formation, notamment pour les projets de rénovation, est la perception de l'obsolescence esthétique et fonctionnelle des produits réemployés, c'est-à-dire la perception que la réutilisation ne satisfasse pas les attentes ou qu'elle n'offre pas le même niveau de qualité que les nouveaux matériaux.
- **Intégration de la circularité dès la phase de planification.** Il faut s'y prendre tôt pour identifier le potentiel de circularité dès l'avant-projet, définir la stratégie d'économie circulaire à prioriser et ajuster l'échéancier pour allouer assez de temps pour explorer le marché en amont et réaliser les initiatives circulaires (visites, inventaires, débouchés...).
- **Intégration de la circularité dans la gestion courante des projets.** Cadrer les projets pilotes comme les autres projets réguliers permet de maintenir l'engagement des équipes et la reproductibilité des apprentissages. Ceci implique d'intégrer la circularité dans chacune des rencontres de coordination du projet, dans le plan d'action de déploiement du projet et dans les outils internes, afin de normaliser les mesures d'économie circulaire dans les projets.
- **Définition d'exigences claires dans les documents d'approvisionnement des services professionnels.** Des exigences clairement définies sur les mesures d'économie circulaire en amont dans les appels d'offres favorisent la participation et la compréhension des attentes.

#### 5.4. Conclusion du chapitre

Les projets de construction et de rénovation de bâtiments requièrent un processus structuré pour leur exécution, qui commence par la planification du projet. Cette phase de planification s'avère la plus stratégique et la plus déterminante, car c'est dans celle-ci que les donneurs d'ordres prennent les décisions relatives aux objectifs du projet et aux paramètres de réalisation.

Afin d'intégrer l'économie circulaire dans cette phase, les donneurs d'ouvrage doivent réaliser certaines études, prendre des décisions de gestion du projet et établir les stratégies de circularité à prioriser, en fonction des besoins énoncés, du contexte du projet (emplacement et caractéristiques) et des solutions disponibles.

Un fois le projet défini, la phase suivante et celle de la conception du projet servent à élaborer les concepts dans chacune des spécialités du projet (architecture, ingénierie civile, de structure, électromécanique, aménagement intérieur), de même que les plans et devis détaillés pour son exécution par les entrepreneurs. Pour inclure l'économie circulaire des matériaux dans cette phase, les donneurs d'ouvrages doivent intégrer des clauses de circularité dans les processus d'acquisition des différents services professionnels impliqués dans la conception des plans et devis, lesquels incluront les clauses à respecter lors de l'exécution des travaux.

Afin d'aider les donneurs d'ouvrage à exécuter les recommandations identifiées dans les chapitres précédents, un outil d'approvisionnement responsable a été codéveloppé avec les parties prenantes du milieu et testé dans des terrains d'expérimentation. Les apprentissages de ces terrains démontrent l'importance du soutien institutionnel pour appuyer l'application de nouvelles approches, les besoins de formation et de sensibilisation des équipes (tant internes qu'externes), le rôle clé de la coordination et de la communication entre toutes les parties prenantes dans la recherche de solutions, la définition claire de clauses et des attentes du projet en ce qui a trait à l'économie circulaire et son intégration au processus et aux outils existants de gestion des projets. La prise en compte de ces facteurs aura comme bénéfice un déploiement réussi et systématique dans des projets futurs à impact.

## 6. CONCLUSION

---

À la lumière des différents enjeux environnementaux causés par l'industrie de la construction à l'échelle mondiale et de leurs impacts sur l'ensemble du cycle de vie des projets de construction de bâtiments répertoriés, des actions prioritaires peuvent et doivent être mises en place dès les phases initiales d'un projet de bâtiment.

Les principaux impacts ou points chauds du cycle de vie d'un bâtiment sont générés essentiellement par la consommation d'énergie fossile lors de la phase d'utilisation du bâtiment ainsi que par la production des matériaux nécessaires à la construction, l'entretien et les modifications fréquentes du bâtiment.

En contexte québécois, il semble y avoir un potentiel important quant à la réduction des impacts environnementaux rattachés à la phase d'utilisation en raison du portrait énergétique presque entièrement constitué d'énergie renouvelable. Cela rend les actions sur les matériaux plus pertinentes pour réduire davantage l'empreinte écologique des bâtiments.

Les options sont diverses et doivent être choisies en fonction de chaque projet. Cependant, ce sont les phases de planification et de conception des projets de construction qui permettent de générer les gains environnementaux les plus importants, notamment en ce qui concerne l'optimisation de l'usage du bâtiment au fil du temps, sa polyvalence et son adaptabilité pendant sa vie utile, le choix des matériaux à plus faible empreinte écologique et la capacité de désassemblage et de déconstruction pendant l'utilisation et en fin de vie.

L'outil de clauses de conception pour faciliter l'économie circulaire dans les bâtiments a été conçu pour soutenir les donneurs d'ouvrage publics et privés dans l'intégration de la circularité dans les phases de planification et de conception de bâtiments, et pour l'embauche de services professionnels (architecture, ingénierie, conception intérieure).

Cependant, comme dans tous les processus de changement, l'introduction de l'économie circulaire dans la conception des projets de construction et de rénovation de bâtiments demande non seulement des outils pour soutenir les professionnel·le·s, mais aussi une gestion de ce changement au sein des organisations. Cela inclut d'établir une vision claire des objectifs d'économie circulaire désirés, d'obtenir l'appui de la direction, de sensibiliser et de former les équipes internes et externes et d'adapter les processus et les calendriers de travail pour accommoder les nouvelles tâches.

L'État québécois a un rôle important de leadership en matière d'économie circulaire et doit non seulement servir de modèle, mais également de catalyseur pour inciter le secteur de la construction à adopter des stratégies de circularité. Il peut montrer l'exemple en incluant systématiquement des clauses de circularité dans les documents d'appel d'offres publics touchant au domaine de la construction. Bien que la réglementation actuelle permette déjà l'ajout de conditions de circularité, des dispositions légales plus contraignantes seraient définitivement nécessaires pour montrer une volonté ferme de développement durable. Toutefois, il serait utopique de penser qu'un changement organisationnel à l'échelle de donneurs d'ouvrage puisse être suffisant pour développer une économie circulaire réelle et efficace. La sensibilisation des donneurs d'ouvrage à l'économie circulaire doit s'accompagner d'une réorganisation majeure du secteur de la construction tant sur le plan d'une réglementation intégrée et systémique que sur le plan de l'adoption d'une approche régionale ou territoriale permettant de développer un marché économique où la demande et l'offre en matière de circularité atteint un meilleur équilibre.

## 7. RÉFÉRENCES

- ARUP (2022). *Circular Building Toolkit*. <https://ce-toolkit.dhub.arup.com/>
- Athanassiadis, A. (2017). *Économie circulaire dans le secteur de la construction à Bruxelles*. [http://www.circulareconomy.brussels/wp-content/uploads/2017/10/RAP\\_2017\\_Economie-Circulaire-Construction.pdf](http://www.circulareconomy.brussels/wp-content/uploads/2017/10/RAP_2017_Economie-Circulaire-Construction.pdf)
- Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) (2022). *L'état des lieux et la gestion des résidus ultimes*. Rapport d'enquête 364. <https://voute.bape.gouv.qc.ca/dl?id=00000273113>
- Canada Wood. (s.d.) *Sustainability and Life Cycle Analysis for Residential Buildings*. [https://wood-works.ca/wp-content/uploads/publications-IBS4\\_Sustainability\\_SMC\\_v2.pdf](https://wood-works.ca/wp-content/uploads/publications-IBS4_Sustainability_SMC_v2.pdf)
- Chayer, J-A. et al. (2019). *La réduction à la source des matériaux et résidus de construction guide pour la planification et la gérance de chantier*. <https://www.quebeccirculaire.org/data/sources/users/4/agecoecparcbdcaqcguideecogestion-avril-2019-affichageecran1.pdf#viewer.action=download>
- Conseil du trésor (2019). *Rapport concernant l'application de la loi sur les contrats des organismes publics*. [https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/faire\\_affaire\\_avec\\_etat/rapport\\_application\\_loi\\_contrats\\_organismes\\_publics.pdf](https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/faire_affaire_avec_etat/rapport_application_loi_contrats_organismes_publics.pdf)
- Conseil du trésor (2022). *Statistiques sur les contrats des organismes publics 2020-2021*. [https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/faire\\_affaire\\_avec\\_etat/rapport-statistiques\\_2021.pdf](https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/faire_affaire_avec_etat/rapport-statistiques_2021.pdf)
- Dodd, N., Garbarino, E., Caldas Gama, M. (2016). *Green Public Procurement Criteria for Office Building Design, Construction and Management*. [https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/report\\_gpp\\_office\\_buildings.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/report_gpp_office_buildings.pdf)
- Donatello, S., Arcipowska, A., Perez, Z.(2022a). *Background research for the revision of EU Green Public Procurement criteria for Buildings*. [https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2022-03/GPP\\_Buildings\\_BR\\_v1.0.pdf](https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2022-03/GPP_Buildings_BR_v1.0.pdf)
- Donatello, S., Arcipowska, A., Perez, Z., Ranea, A. (2022b). *EU Green Public Procurement (GPP) criteria for the design, construction, renovation, demolition and management of buildings. Draft Technical Report v1.0*. [https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2022-03/GPP\\_Buildings\\_TR\\_v1.01.pdf](https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2022-03/GPP_Buildings_TR_v1.01.pdf)
- Écohabitation (2022). *Analyse comparative de bâtiments de moyenne hauteur en bois ou en béton et influence de marché de façon à modifier les choix des promoteurs - Efficacité énergétique, ACV, empreinte carbone, coûts, vitesse et logistique de construction, confort acoustique, satisfaction des occupants et faisabilité technique*.
- EIT Climate-KIC (2019). *The challenges and potential of circular procurements in public construction projects*. <https://www.climate-kic.org/wp-content/uploads/2019/06/Procurements-in-Public-Construction.pdf>
- Essoua E. G. G., Lavoie P. (2019). *Analyse de cycle de vie (ACV) environnementale comparative de la construction de bâtiments de grande hauteur en bois massif et en béton*. [https://mffp.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/RA\\_Etude1\\_hauteur.pdf](https://mffp.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/RA_Etude1_hauteur.pdf)
- Fradette, P.-O. (2022). *La détermination des besoins préalable à un contrat public municipal : comment*

l'Autorité des marchés publics façonne ce nouveau droit, dans *Développements récents en droit municipal*, Barreau du Québec, Montréal : Éditions Yvon Blais.

- Giroux, P., D. Lemieux et N. Jobidon (2014) *Contrats des organismes publics : loi commentée*, CCH Wolters Kluwer.
- Gomes, V., Pulgrossi, LM. (2020). *When part is too little: cutoff rules' influence on LCA application to whole-building studies*. Conference paper, Windsor 2020 : Resilient Comfort.
- Gouvernement du Québec (2019). *Gestion contractuelle municipale, guide sur les modes d'adjudication de contrats par appels d'offres public*, [https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/affaires-municipales/publications/plainte\\_gestion\\_contractuelle/gestion\\_contractuelle/guide\\_modes\\_adjudication.pdf](https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/affaires-municipales/publications/plainte_gestion_contractuelle/gestion_contractuelle/guide_modes_adjudication.pdf)
- Gouvernement du Québec (2022). *Processus d'élaboration d'un projet de construction*. <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/culture-communications/Aides-financieres/PAI/Processus-Elaboration-Projet-de-Construction.pdf>
- Gouvernement du Québec (2023) *Statistiques sur les contrats des organismes publics*. [https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/faire\\_affaire\\_avec\\_etat/rapport-statistiques\\_2122.pdf](https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/faire_affaire_avec_etat/rapport-statistiques_2122.pdf)
- Great London Authority (s.o.). *Design for a Circular Economy*. [https://www.london.gov.uk/sites/default/files/design\\_for\\_a\\_circular\\_economy\\_primer\\_ggbd\\_web2.pdf](https://www.london.gov.uk/sites/default/files/design_for_a_circular_economy_primer_ggbd_web2.pdf)
- Primer.Haigh, L. et al. (2021). *The Circularity Gap Report*. <https://www.circularity-gap.world/2021#downloads>
- Hasik, V., Escott, E., Bates, R., Carlisle, S., Faircloth, B., Bilec, MM. (2019). *Comparative whole building life cycle assessment of renovation and new construction*. Building and Environment, Vol.161, 106218. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106218>
- Hemmerdinger, T., Sauvage, S. et Valluis, C. (2017). *Vers une stratégie territoriale d'économie circulaire*. [https://www.arec-idf.fr/fileadmin/DataStorageKit/AREC/Etudes/pdf/economie\\_circulaire\\_strategie\\_territoriale\\_cahier\\_technique\\_1.pdf](https://www.arec-idf.fr/fileadmin/DataStorageKit/AREC/Etudes/pdf/economie_circulaire_strategie_territoriale_cahier_technique_1.pdf)
- International Energy Agency (2022). *Buildings*. Consultée en avril 2023 : <https://www.iea.org/reports/buildings>
- International Energy Agency & United Nations Environmental 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%28web%29.pdf](https://web.archive.org/web/20200822034840/https://www.worldgbc.org/sites/default/files/UNEP%20188_GABC_en%20%28web%29.pdf)
- International Living Future Institute (2022). *About the Red List*. Consultée en avril 2023 : <https://living-future.org/red-list/#red-list-and-watch-list-casrn-guide>
- Jobidon, G., P. Lemieux et R. Beauregard (2018) *Implementation of Integrated Project Delivery in Quebec's Procurement for Public Infrastructure: A Comparative and Relational Perspective*, 10-8 *Sustainability* 2648
- Julius Kaufman, L. (2022). *Les marchés publics québécois comme moteurs de l'économie locale et écoresponsable : défis et potentiel*, *Développements récents en droit des affaires*, Barreau du Québec, volume 518, Montréal : Éditions Yvon Blais

- Kröhnert, H., Itten, R., Stuckié M. (2022). Comparing flexible and conventional monolithic building design: Life cycle environmental impact and potential for material circulation, *Building and Environment, Volume 222*. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109409>.
- Langlois, A., et P.-O. Fradette (2018). *Les contrats municipaux par demandes de soumissions*, 4e édition, Montréal : Éditions Yvon Blais.
- Lepine, S. et Chidiac, M. (2022). La discrétion du donneur d'ouvrage public dans le cadre d'un processus d'adjudication dans Barreau du Québec (dir) *Développements récents en droit des marchés publics*, volume 510, Montréal : Éditions Yvon Blais
- LETI - London Energy Transformation Initiative (2020). *LETI Climate Emergency Design Guide. How new buildings can meet UK climate change targets*. [https://www.leti.london/files/ugd/252d09\\_3b0f2acf2bb24c019f5ed9173fc5d9f4.pdf](https://www.leti.london/files/ugd/252d09_3b0f2acf2bb24c019f5ed9173fc5d9f4.pdf)
- Lussier, E. (2023). Gestion circulaire des matériaux de construction : approche territoriale appliquée à la municipalité régionale de comté Brome-Missisquoi. *Essai de maîtrise*, CUFE-UdeS.
- Maison du développement durable. (s.d.) *Gestion écologique de l'énergie*. Consultée en mars 2023 : <https://lamdd.org/batiment/gestion-ecologique-lenergie>
- Marengo, P. (2019). *Sustainable construction guidelines for public authorities. A circular economy perspective*. [https://www.acrplus.org/images/technical-reports/2019\\_ACR\\_Sustainable\\_construction\\_guidelines\\_for\\_public\\_authorities.pdf](https://www.acrplus.org/images/technical-reports/2019_ACR_Sustainable_construction_guidelines_for_public_authorities.pdf)
- Marinković, S., Radonjanin, V., Malešev, M., Ignjatović, I. (2010). *Comparative environmental assessment of natural and recycled aggregate concrete*. *Waste Management, Volume 30(11)*, 2255–2264. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.04.012>
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. (2023). *Stratégie gouvernementale de développement durable 2023-2028*. Québec, <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/developpement-durable/strategie-gouvernementale/strategie-gouv-developpement-durable-2023-2028.pdf>
- Mirzaie S., Thuring M., Allacker K. (2020). *End-of-life modelling of buildings to support more informed decisions towards achieving circular economy targets*. *International Journal of Life Cycle Assessment* (2020), 25, p.2122-2139. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11367-020-01807-8.pdf>
- Osmani, M., Glass, J., Price, A. D. F. (2008). *Architects' perspectives on construction waste reduction by design*. *Waste Management, 28(7)*, 1147–1158. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.05.011>
- Racine, I., Christofferson, C., Sutt-Wiebe, N. (2021). *Circular Economy Global Sector Best Practices Series*. [https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/Construction\\_Best%20Practices.pdf](https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/Construction_Best%20Practices.pdf)
- RECYC-QUÉBEC (s.d.). *Bilan 2021 de la gestion des matières résiduelles au Québec: Les résidus de construction, de rénovation et de démolition*. <https://www.recy-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2021-crd.pdf>
- RECYC-QUÉBEC (2022). *Trousse pour élaborer et mettre en œuvre une feuille de route régionale en économie circulaire*. <https://www.recy-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/guide-methodologique-fdr-ec.pdf>
- Régie de l'énergie du Canada. (2022). *L'énergie renouvelable au Canada-Québec*. <https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/produits-base-energetiques/electricite/rapport/electricite-renouvelable->

[canada/provinces/electricite-renouvelable-canada-quebec.html#:~:text=Entre%202010%20et%202017%2C%20le,nette%20issue%20d'%C3%A9nergies%20renouvelables](https://canada/provinces/electricite-renouvelable-canada-quebec.html#:~:text=Entre%202010%20et%202017%2C%20le,nette%20issue%20d'%C3%A9nergies%20renouvelables)

- Renz, A. et al. (2016). *Shaping the Future of Construction. A Breakthrough in Mindset and Technology*. [https://web.archive.org/web/20200720213340/http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Shaping\\_the\\_Future\\_of\\_Construction\\_full\\_report\\_.pdf](https://web.archive.org/web/20200720213340/http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report_.pdf)
- Röck, M. et al. (2020). *Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation*. Applied Energy Vol 258, 11417. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114107>
- Roy, N. (2017). *Analyse de cycle de vie de la Maison du développement durable*. <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2948919>
- Xiao, Jianzhuang; Wang, Chunhui; Ding, Tao; Akbarnezhad, Ali (2018). *A recycled aggregate concrete high-rise building: structural performance and embodied carbon footprint*. Journal of Cleaner Production Vol.199, pg.868-881, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.210>
- Zero Waste Scotland (s.d.). *Designing Out Construction Waste. A guide for project design teams*. [https://www.zerowastescotland.org.uk/sites/default/files/Designing%20Out%20Construction%20Waste%20Guide\\_0.pdf](https://www.zerowastescotland.org.uk/sites/default/files/Designing%20Out%20Construction%20Waste%20Guide_0.pdf)

## ANNEXE I – DÉTAILS DE LA REVUE DE LITTÉRATURE

La première étape de la recherche est une revue de littérature grise et scientifique, réalisée entre septembre et décembre 2022. La Figure A.1 illustre la répartition des différents types de documents et références consultés et analysés.

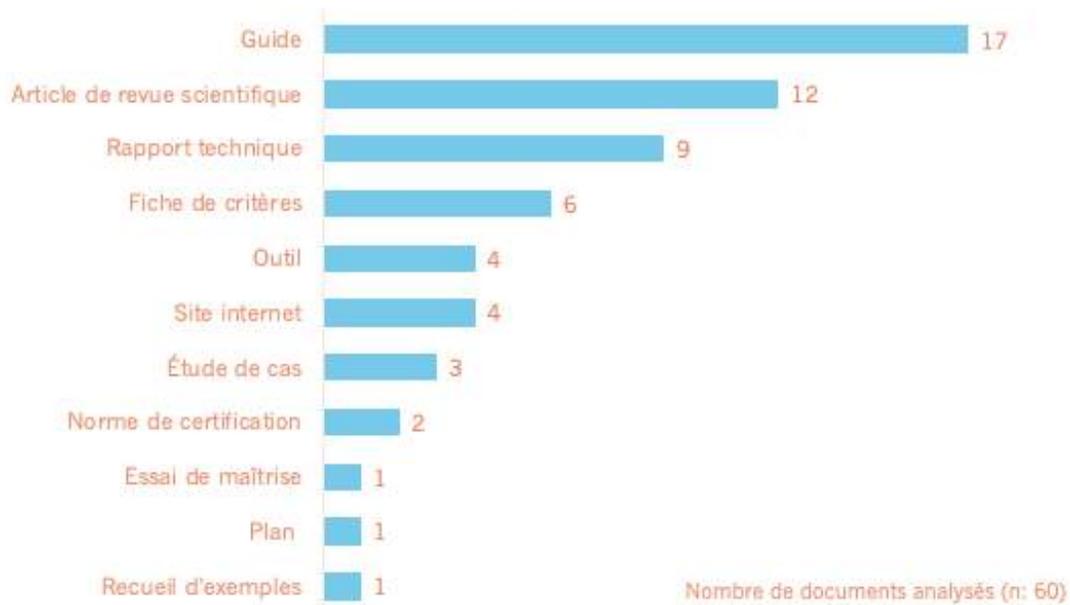


Figure A.1 Répartition des types de documents et références analysés pour la revue de littérature

La moitié des informations extraites de la revue de littérature proviennent de guides destinés aux institutions publiques et aux donneurs d'ordres du secteur de la construction et d'articles de revue scientifique. Beaucoup d'éléments pertinents ont également été obtenus dans les rapports techniques, les études de cas ainsi que les fiches de critères sur différents aspects de l'économie circulaire en lien avec le secteur de la construction. D'autres documents pertinents et riches en information, tels que des normes de certification, recueils d'exemples, essais de maîtrise, sites internet et plans stratégique, ont également été consultés et analysés.

La Figure A.2 présente l'origine des différentes références consultées. Près de la moitié des documents proviennent de pays de l'Union européenne, puisqu'ils se positionnent comme des précurseurs à l'échelle internationale en matière d'économie circulaire. Un quart des références consultées proviennent du Canada, principalement du Québec. Ces références ont permis de considérer les pratiques actuelles au Québec et au Canada en matière d'économie circulaire pour le domaine de la construction, lesquelles peuvent varier comparativement aux pratiques européennes ou d'ailleurs dans le monde, particulièrement sur le plan législatif.

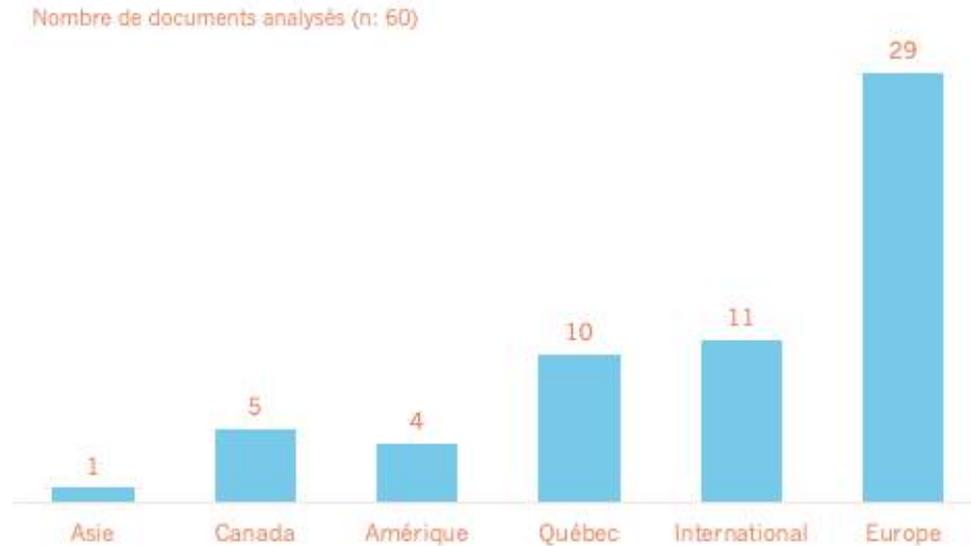


Figure A.2 Répartition des références consultées selon l'origine du document

Le Tableau A.1 présente les différents sujets abordés des références consultées pour la revue de littérature. Des analyses de cycles de vie ont été examinées afin de mieux comprendre les différents points chauds des impacts environnementaux des bâtiments et de leurs composants. Plusieurs références ont relevé les différents enjeux et leviers potentiels dans la mise en place de pratiques circulaires en construction, alors que d'autres ont exposé des stratégies et pratiques d'économie circulaire applicables au secteur de la construction et du bâtiment selon les différentes étapes du cycle de vie dans lesquelles elles peuvent s'appliquer. Enfin, des documents utiles ont permis de recueillir des exemples de critères d'approvisionnement responsables dans les différentes phases du cycle de vie d'un bâtiment.

Tableau A.1 Répartition des sujets des références consultées

<b>Sujets des références consultées</b>	Analyses de cycle de vie des bâtiments
	Enjeux, leviers et exemples de circularité dans le secteur de la construction
	Stratégies et pratiques de circularité dans la conception et construction de bâtiments (incluant la réduction à la source et le réemploi des matériaux)
	Principes et pratiques de conception et construction durables de bâtiments et d'infrastructures
	Critères d'approvisionnement responsable dans la conception, construction et gestion durables de bâtiments

Les références sont disponibles ici : [fichier Excel de revue de littérature](#).

## ANNEXE II – PRÉSENTATIONS DE L'ATELIER DE COCRÉATION

---

L'ensemble des présentations utilisées dans les rencontres de l'atelier de cocréation sont disponibles ici : [Présentations de l'atelier de cocréation](#).

## ANNEXE III – OUTIL « CLAUSES DE CONCEPTION POUR FACILITER L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LES BÂTIMENTS »

---

L'outil de clauses de conception pour faciliter l'économie circulaire dans les bâtiments, qui inclut des clauses types et autres recommandations, est disponible ici : [Outil de clauses](#).

## ANNEXE IV – ÉTUDE DE CAS D'HYDRO-QUÉBEC

---

L'étude de cas d'Hydro-Québec est disponible ici : [Étude de cas d'Hydro-Québec](#).

Partenaires financiers du Lab construction :

