

# Rapport de projet

Vers la mise en place d'un processus de déconstruction pour maximiser le réemploi des matériaux de construction : un cas d'étude gaspésien

Équipe solution #15.1 –  
Réemploi

Étape : Partager



Auteur : Audrey Nganmi-Tchakoutio

Date : Juillet 2023

# Vers la mise en place d'un processus de déconstruction pour maximiser le réemploi des matériaux : un cas d'étude gaspésien

Par

Audrey NGANMI TCHAKOUTIO

RAPPORT DE PROJET PRÉSENTÉ À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE  
SUPÉRIEURE COMME EXIGENCE PARTIELLE À L'OBTENTION DE  
LA MAÎTRISE EN GESTION DE PROJETS D'INGÉNIERIE

M. Ing.

MONTRÉAL, LE 28 JUILLET 2023

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE  
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Audrey Nganmi Tchakoutio, 2023



Cette licence [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) signifie qu'il est permis de diffuser, d'imprimer ou de sauvegarder sur un autre support une partie ou la totalité de cette œuvre à condition de mentionner l'auteur, que ces utilisations soient faites à des fins non commerciales et que le contenu de l'œuvre n'ait pas été modifié.

## **PRÉSENTATION DU JURY**

CE RAPPORT DE PROJET A ÉTÉ ÉVALUÉ

PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

Mme Tassedra Boukherroub, directrice de projet

Département du génie des systèmes à l'école de technologie supérieure

M. Érik Andrew Poirier, membre du jury

Département de génie de la construction à l'école de technologie supérieure



## REMERCIEMENTS

Sans ces personnes, ce projet de maîtrise n'aurait pas été réalisable. Je tiens donc à leur témoigner ma gratitude. Ma reconnaissance initiale va à Mme Tasseda Boukherroub, ing., Ph. D., qui m'a tenue par la main du début jusqu'à la fin de ce projet. Elle a toujours été là pour me montrer le chemin et s'est toujours rendue disponible chaque fois que j'en avais besoin. C'est elle qui m'a donné l'opportunité de faire partie du processus de déconstruction de bâtiments de la Gaspésie, ce qui m'a permis d'acquérir une précieuse expérience sur l'amélioration continue.

Ma reconnaissance va aussi à l'endroit du CERIEC, de Nathalie Drapeau, Hortense Montoux et Hélène Gervais qui ont été d'une grande aide et d'un grand soutien dans l'avancée des réalisations du projet au travers de leurs différentes expertises. L'équipe des porteurs de projet, composée de personnes talentueuses et expertes a toujours été disponible à répondre à nos appels d'aide et à nous accompagner en proposant des solutions en mesure de contrer les défis et enjeux rencontrés.

Je souhaite également exprimer ma gratitude envers mes professeurs, qui ont su me transmettre les connaissances nécessaires et m'ont aidé à développer mes compétences en gestion de projet au travers de leur enseignement et leurs explications.

Mes amis aussi notamment Fanta Sidibé ont été d'un soutien moral et intellectuel constant tout au long de ce processus.

Arrivent les derniers remerciements et non les moindres. Merci à ma tutrice, à mes frères et mon fiancé, ainsi qu'au reste de ma famille. Ils m'ont toujours soutenue et encouragée sur tous les plans. Ils ont été une véritable motivation dans les moments de découragement et de troubles.



# **Vers la mise en place d'un processus de déconstruction pour maximiser le réemploi des matériaux : un cas d'étude gaspésien**

Audrey NGANMI TCHAKOUTIO

## **RÉSUMÉ**

La démolition de bâtiments est encore largement pratiquée dans le secteur du génie civil, comme l'a révélé un récent reportage de Radio-Canada (26 janvier 2023), qui a signalé une augmentation de près de 20 % des déchets de Construction, de Rénovation et de Démolition (CRD) entre 2018 et 2021 atteignant un total impressionnant de 1 018 000 tonnes. Malheureusement, seulement « 47% des matières recyclables générées sont effectivement acheminées vers des centres de recyclage » selon RECYC-QUÉBEC. (Radio-Canada.ca, 2023). Dans ce contexte, ce rapport présente une étude basée sur une initiative gaspésienne de déconstruction de bâtiments, utilisant la méthode du Lean Six Sigma (LSS) pour améliorer le processus actuel de déconstruction de bâtiments, et ce dans le but de maximiser le réemploi des matériaux. Cette démarche a pour objectif d'encourager d'autres régions du Québec et du Canada à adopter cette pratique relativement nouvelle de l'économie circulaire (ÉC) dans le secteur de la CRD. Réalisée en collaboration avec la Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie (RITMRG), cette étude a porté plus précisément sur la déconstruction de cinq bâtiments situés dans deux sites différents de la région de la Gaspésie. Elle a débuté par une analyse de la situation actuelle, incluant la description du problème et la cartographie du processus de déconstruction mis en place dans les deux sites. Les enjeux et les difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre du processus ont été identifiés, avant de proposer des solutions pour améliorer le processus de déconstruction, en s'appuyant sur les meilleures pratiques de la littérature scientifique, les recommandations de la directrice de la RITMRG, de l'entrepreneur impliqué dans la déconstruction des deux sites gaspésiens, ainsi que sur les contributions d'une équipe d'experts composée, entre autres, de chercheurs et d'entrepreneurs.

**Mots clés :** Déconstruction, économie circulaire, réemploi, processus, enjeux, bonnes pratiques, Lean Six Sigma.



# **Towards a deconstruction process to maximize the reuse of materials: A gaspesian case study.**

Audrey NGANMI TCHAKOUTIO

## **ABSTRACT**

Building demolition is still widely practised in the civil engineering sector, as revealed in a recent CBC report (January 26, 2023), which reported an increase of nearly 20% in Construction, Renovation and Demolition (CRD) waste between 2018 and 2021 reaching an impressive 1,018,000 tonnes. Unfortunately, only “47% of the recyclable materials generated are actually sent to recycling centres” according to RECYC-QUÉBEC by radio-Canada.ca (2023). In this context, this report presents a study on Gaspesian initiative of deconstruction of buildings, using the method of Lean Six Sigma (LSS) to improve the current process of deconstruction of buildings rather than simply demolish them, in order to maximize the reuse of materials. The objective of this initiative is to encourage other regions in Quebec and Canada to adopt this relatively new practice of the circular economy (CE) in the RDC sector. Conducted in collaboration with the Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie (RITMRG), this study focused specifically on the deconstruction of five buildings located in two different sites in the Gaspesian region. It began with an analysis of the current situation, including the description of the problem and the mapping of the deconstruction process implemented at both sites. The challenges and difficulties encountered during the implementation of the process were identified, before proposing solutions to improve the deconstruction process, based on the best practices of the scientific literature, the recommendations of the director of RITMRG, the contractor involved in the deconstruction of the two Gaspe sites, as well as the contributions of a team of experts made up, among others, of researchers and entrepreneurs.

**Keywords:** Deconstruction, circular economy, reuse, process, issues, best practices, LEAN



## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 PRÉSENTATION DE LA RÉGIE INTERMUNICIPALE DE TRAITEMENT DES MATIÈRES RÉSIDUELLES DE LA GASPÉSIE ..	5
1.1 Missions .....	6
1.2 Projets innovants de la RITMRG .....	6
1.3 Mise en contexte et description du projet de déconstruction .....	7
CHAPITRE 2 REVUE DE LA LITTÉRATURE .....	9
2.1 Aperçu du Lean et du LC dans la littérature .....	9
2.1.1 Philosophie et principes du Lean Management.....	10
2.1.2 Lean Construction (LC) .....	10
2.1.3 Aperçu des avantages de l'application du LC .....	11
2.1.4 Lien entre le LC et la déconstruction .....	12
2.2 Revue de littérature sur le processus de déconstruction, ses enjeux et les solutions proposées.....	13
2.2.1 Enjeux/défis et solutions identifiés dans la littérature en rapport à l'ÉC et le réemploi.....	13
2.2.2 Phase 2 : Étapes, enjeux/défis et solutions en lien direct avec le processus de déconstruction .....	15
2.3 Résultats de la revue de la littérature .....	16
CHAPITRE 3 DÉFINITION DU PROJET ET MESURE DU PROBLÈME – PHASES DÉFINIR ET MESURER .....	19
3.1 Phase définir.....	19
3.1.1 Définition des principaux outils et techniques du Lean utilisés dans ce projet.....	19
3.1.2 Définition du problème .....	22
3.1.3 Définition de l'équipe du projet .....	23
3.1.4 Identification et analyse des parties prenantes .....	23
3.1.5 Cartographie macroscopique du processus – FIPEC .....	28
3.1.6 Identification et analyse des risques.....	28
3.2 Phase mesurer.....	31
3.2.1 Description de la phase de pré-déconstruction.....	31
3.2.2 Description de la phase de déconstruction .....	32
3.2.3 Description de phase de post-déconstruction .....	33
CHAPITRE 4 ANALYSE DU PROBLÈME – PHASE ANALYSER.....	34
4.1 Enjeux terrain liés à la phase de pré-déconstruction .....	34
4.2 Enjeux terrain liés à la phase de déconstruction .....	37
4.3 Enjeux terrain liés à la phase de post-déconstruction .....	40
CHAPITRE 5 PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS POUR LE PROCESSUS DE DÉCONSTRUCTION – PHASE INNOVER .....	43

## XII

5.1	Solutions et recommandations terrain émanant de la promotrice et de l'entrepreneur .....	43
5.2	Solutions et bonnes pratiques identifiées dans la littérature .....	49
5.3	Solutions et recommandations d'experts du domaine non impliqués directement dans le projet .....	55
5.4	Cartographie du processus de déconstruction bonifié.....	60
5.4.1	Cartographie simplifiée du processus bonifié de la phase de pré-déconstruction.....	60
5.4.2	Cartographie simplifiée du processus bonifié de la phase de déconstruction .....	61
5.4.3	Cartographie simplifiée du processus bonifié de la phase de post-déconstruction .....	61
CONCLUSION.....		63
ANNEXE I REPRÉSENTATION DE LA FICHE A3 ÉTABLIE DANS LE CADRE DU PROJET.....		65
ANNEXE II CARTOGRAPHIE DU PROCESSUS ACTUEL.....		67
ANNEXE III FICHE DE SONDAGE DE L'ENTREPRENEUR .....		71
ANNEXE IV CARTOGRAPHIE BONIFIÉE DU PROCESSUS DE DÉCONSTRUCTION.....		72
LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		75

## LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 2.1 Mots clés et synonymes utilisés pour le contexte de l'ÉC et du réemploi .....	15
Tableau 2.2 Mots clés et synonymes utilisés pour le contexte de la déconstruction de bâtiments .....	15
Tableau 2.3 Enjeux et obstacles de l'ÉC et de la déconstruction.....	18
Tableau 3.1 Fiche A3 suivant la structure du DMAIIC .....	20
Tableau 3.2 Identification et analyse des parties prenantes .....	26
Tableau 3.3 Identification et analyse des risques .....	30
Tableau 4.1 Enjeux rencontrés (phase pré-déconstruction) .....	36
Tableau 4.2 Enjeux rencontrés (phase déconstruction).....	38
Tableau 4.3 Enjeux rencontrés (phase post-déconstruction).....	40
Tableau 5.1 Solutions/recommandations terrain .....	44
Tableau 5.2 Solutions et bonnes pratiques identifiées dans la littérature.....	52
Tableau 5.3 Solutions et recommandations d'experts du domaine non impliqués directement dans le projet .....	57



## LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.1 Localisation de la RITMRG en Gaspésie .....	5
Figure 3.1 Actions possibles selon l'attitude des parties prenantes (PP) et leur niveau d'influence.....	25
Figure 3.2 Principaux macroprocessus (version simplifiée du FIPEC) .....	28
Figure 3.3 Cartographie de processus simplifiée de la phase de pré-déconstruction.....	31
Figure 3.4 Cartographie de processus simplifiée de la phase de déconstruction .....	32
Figure 3.5 Processus simplifié de la phase de post-déconstruction .....	33
Figure 5.1 Atelier de priorisation des solutions au ColLabInnov .....	56
Figure 5.2 Matrice Efforts-Bénéfices.....	56
Figure 5.3 Cartographie simplifiée du processus bonifié (pré-déconstruction) .....	60
Figure 5.4 Cartographie simplifiée du processus bonifié (déconstruction) .....	61
Figure 5.5 Cartographie simplifiée du processus bonifié (post-déconstruction).....	62



## LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

BIM	Building Information Modelling
BMR	Centre de rénovation, quincaillerie et matériaux
C&D	Construction et démolition
ColLabInnov	Laboratoire de Collaboration Innovante
CRD	Construction, Rénovation, Démolition
DG	Directeur Général
DMAIIC	Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Implanter et Contrôler
ÉC	Économie circulaire
ÉTS	École de Technologie Supérieure
FIPEC	Fournisseurs, intrants, processus, extrants, clients
LC	Lean Construction
LCI	Lean Construction Institute
LSS	Lean Six Sigma
MRC	Municipalités régionales de comté
OBNL	Organisme à but non lucratif
PGMR	Plan de gestion des matières résiduelles
PP	Parties prenantes
RFID	Radio frequency identification
TAR	Tableau d'analyse des risques
TPP	Tableau d'analyse des parties prenantes



## INTRODUCTION

Le présent travail couvre deux volets : un volet « Revue de la littérature » dans le cadre du cours de lectures dirigées MTR871 et un volet « terrain » – projet d'application de 15 crédits. Ce projet a été organisé selon la structure DMAI du DMAIIC (Définir Mesurer Analyser Innover Implanter Contrôler) et a fait appel à certains outils du Lean. L'objectif visé était de maximiser le réemploi des matériaux issus de la déconstruction de bâtiments en Gaspésie en proposant une cartographie de processus optimisé et en utilisant diverses autres méthodes et outils du Lean Six Sigma (LSS) pour identifier les risques, analyser les parties prenantes impliquées, identifier les défis rencontrés et proposer des solutions pour les adresser.

Le secteur de la Construction, de la Rénovation et de la Démolition (CRD) génère une quantité importante de matières résiduelles très diversifiées, dépassant un million de tonnes (RECYC-QUÉBEC, 2021). Les déchets ne sont pas traités de manière efficace, ce qui entraîne une augmentation de l'enfouissement des matériaux et une utilisation accrue de ressources vierges. Il est donc essentiel de revoir les pratiques actuelles de gestion des déchets dans le secteur de la construction. L'une des alternatives proposées consiste à appliquer les principes de l'ÉC lors de la démolition de bâtiments en utilisant le concept de "déconstruction". La déconstruction est une méthode qui permet de démonter un bâtiment afin de préserver la valeur des matériaux qui pourront être réutilisés dans le futur, réduisant ainsi l'utilisation de ressources vierges et limitant la quantité de matériaux envoyés aux décharges. En plus de ces avantages, la déconstruction permet également de réduire les impacts environnementaux du site, tels que la pollution atmosphérique, la perte de végétation, et la consommation d'énergie, ainsi que la formation de poussière et le compactage du sol, comme souligné par Guy et Gibeau (2003) et Chini et Bruening (2003). En comparaison avec la démolition, la déconstruction présente de nombreux autres avantages tels que faciliter le recyclage des matériaux, protéger l'environnement à la fois localement et globalement, minimiser les perturbations sonores telles que le bruit, stimuler l'innovation et l'économie locale, préserver le patrimoine local (y compris les matériaux précieux et historiques), et bien d'autres encore. Cette étude se concentre sur la manière dont le secteur de la construction pourrait adopter la déconstruction pour maximiser le réemploi des matériaux dans un contexte d'ÉC. Trois sous-questions sont abordées dans cette étude :

- 1) Quels sont les obstacles et les défis de la déconstruction et par extension de l'ÉC dans le domaine de la construction ?
- 2) Quelles sont les solutions ou les bonnes pratiques qui favorisent la déconstruction et l'ÉC dans le secteur ?
- 3) Quel processus de déconstruction devrait être mis en œuvre pour maximiser le réemploi des matériaux ?

Malgré les efforts croissants pour promouvoir la déconstruction dans le monde entier, il existe encore un manque d'études approfondies et complètes examinant les pratiques actuelles de démantèlement des bâtiments et identifiant des processus de déconstruction qui pourraient servir de base au développement d'approches de démantèlement efficaces et durables. Cette étude contribue à combler cette lacune. Elle s'intéresse à un cas de déconstruction de cinq bâtiments orientés vers le réemploi des matériaux initié en mai 2022 sur le territoire gaspésien (centre-est du Québec). Trois sites ont été choisis : le premier est situé à Chandler, où se trouvait anciennement le Bistro Cyr. Ce bâtiment était autrefois utilisé pour la restauration et la vente d'alcool, mais a été abandonné pendant plusieurs années. Le deuxième site se trouve à Grande-Rivière, abritant une ancienne quincaillerie et un entrepôt BMR. Le troisième site est situé à Percé, où se trouve l'école de permaculture qui a bénéficié de certains matériaux provenant de la déconstruction des différents bâtiments pour son projet de rénovation. Tout au long du projet, la directrice générale (DG) de la Régie Intermunicipale de Traitement des Matières Résiduelles de la Gaspésie (RITMRG) (Organisme qui fournit des outils et des services pour gérer les déchets produits dans les régions de la MRC du Rocher-Percé et de la Côte-de-Gaspé) a joué un rôle essentiel en tant que promotrice du projet. Le reste de l'équipe de projet était composée de deux clients (les villes de Chandler et de Grande-Rivière), de deux chercheuses (la professeure-superviseure et moi-même), une experte de Recyc-Québec, le Centre d'Études et de Recherches Intersectorielles en Économie Circulaire (CERIEC) au travers du laboratoire d'accélération en Économie Circulaire dans la construction (Lab Construction), l'entrepreneur qui a réalisé les projets de déconstruction en Gaspésie et ses équipes, ainsi que plusieurs experts ayant participé à des ateliers de réflexion sur les solutions et le nouveau processus à mettre en place.

Le problème formulé par la DG de la RITMRG est qu'actuellement, dans le secteur de la CRD, les pratiques ne sont pas adaptées aux principes de l'ÉC : les matériaux sont consommés comme des ressources à usage unique, ce qui entraîne une augmentation de la consommation des ressources vierges, une capacité limitée (en ressources vierges) à répondre à la demande, des coûts élevés d'acquisition des ressources (vierges) et de gestion des matières résiduelles tout au long de leur cycle de vie (extraction, transport, transformation, distribution et gestion en fin de vie), une augmentation de l'empreinte écologique des matériaux et une non-disponibilité des matériaux en fin de vie pour le réemploi, de proximité notamment. Prolonger la durée de vie des ressources par le réemploi est la situation désirée. Pour y parvenir, deux objectifs doivent être atteints : 1) de se doter d'un processus de déconstruction efficace qui favorise le réemploi, et 2) de se doter d'outils d'aide à la décision pour la gestion d'un projet de déconstruction (planification, exécution et contrôle). La présente étude se concentre sur le premier objectif.

Les données ont été collectées au moyen d'entretiens en ligne sur la plateforme « Teams », d'échanges de courriels, d'un sondage auprès du contremaître, des manœuvres et de la promotrice. L'approche utilisée s'inspire du LSS, notamment par l'adoption des phases « Définir », « Mesurer », « Analyser » et « Innover » (DMAI) du DMAIIC et d'outils du Lean tels que le FIPEC (Fournisseurs, Intrants, Processus, Extrants, Clients), la matrice d'analyse des risques et la cartographie de processus. Les phases « Implanter » et « Contrôler » (IC) pourraient être menées lors de la mise en œuvre du processus de déconstruction proposé dans le cadre de futurs projets. Le LSS est considéré comme la dernière génération des approches d'amélioration continue. Il utilise des outils issus du Six Sigma (ex. DMAIIC) et du Lean pour obtenir le meilleur des deux approches (Mader, 2008). Le Lean et le LSS sont utilisés aujourd'hui dans plusieurs domaines tel que la santé (ex. (Boukherroub et al., 2021) et (Mogue et al., 2022)). De plus en plus, on observe des applications dans le domaine de la construction (ex. (Benachio et al., 2021)), mais celles-ci sont limitées.

Le reste de ce rapport est divisé en quatre chapitres: le premier chapitre présente une revue de la littérature afin d'identifier les principaux enjeux et obstacles rencontrés dans la mise en place de l'ÉC, ainsi que les solutions proposées pour surmonter ces difficultés et favoriser la déconstruction. Il présente également un aperçu de l'histoire du Lean et de ses applications dans le domaine de la

construction, ainsi que des projets qui ont utilisé cette méthode. Le deuxième chapitre présente notre analyse de la situation actuelle en Gaspésie, depuis la problématique jusqu'à la cartographie du processus de déconstruction mis en place. Le troisième chapitre contient des propositions pour améliorer le processus de déconstruction dans les projets à venir, en s'appuyant sur les bonnes pratiques et les facteurs de réussite identifiés dans la littérature, ainsi que sur les recommandations de la DG de la RITMRG et de l'entrepreneur Duguay Sanitaire, puis ceux d'experts impliqués dans les projets de déconstruction en Gaspésie ou intéressés par des projets similaires au Québec. Enfin, une conclusion et des perspectives de recherche sont exposées.

## CHAPITRE 1

### PRÉSENTATION DE LA RÉGIE INTERMUNICIPALE DE TRAITEMENT DES MATIÈRES RÉSIDUELLES DE LA GASPÉSIE

En 1998, la Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie (RITMRG) a été créée, réunissant la MRC du Rocher-Percé et la Ville de Gaspé en tant que membres. Elle est responsable de la propriété et de l'exploitation des infrastructures suivantes:

- Un centre à Grande-Rivière où les matériaux recyclables sont triés.
- Un site à Chandler où les boues des fosses septiques sont compostées et traitées.
- Un lieu à Gaspé où les déchets sont enfouis.

De plus, la RITMRG assure la coordination et la gestion de trois écocentres au nom de la MRC du Rocher-Percé, situés à Gascons, Grande-Rivière et Percé, qui acceptent les matières valorisables. En outre, elle apporte son soutien à la Ville de Gaspé pour l'exploitation de son propre écocentre. La Figure 1.1 illustre l'emplacement géographique de la RITMRG en Gaspésie.

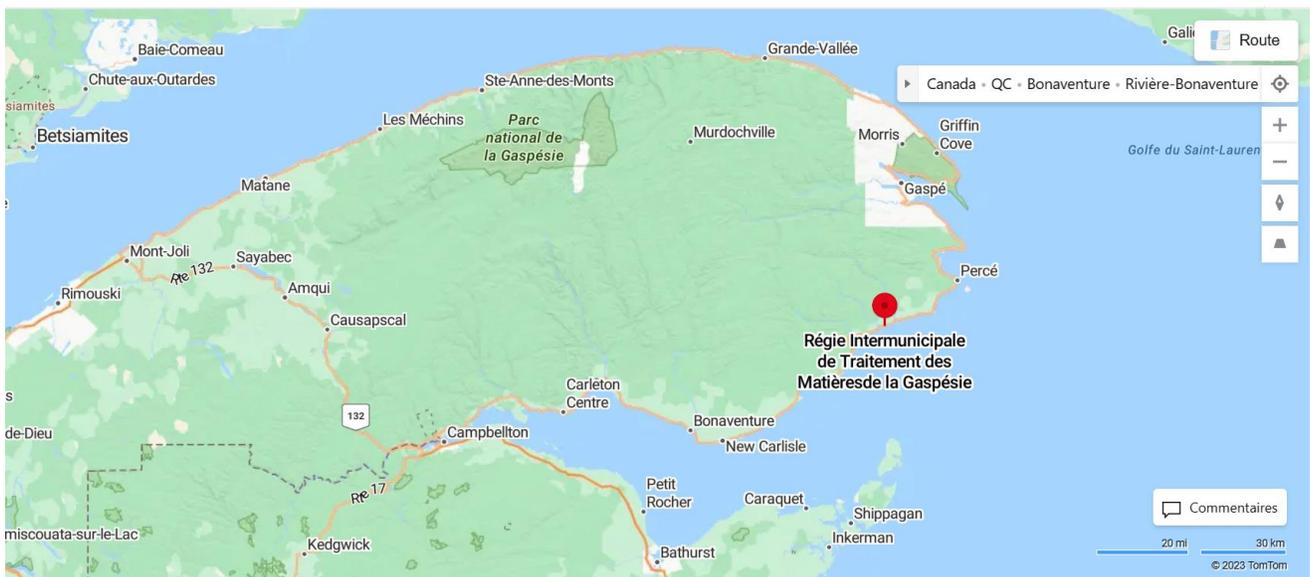


Figure 1.1 Localisation de la RITMRG en Gaspésie

## 1.1 Missions

La RITMRG affiche la volonté de mettre à disposition l'ensemble des moyens et prestations requis en vue d'une gestion diligente et fructueuse des déchets engendrés dans les étendues territoriales de la MRC du Rocher-Percé et de la MRC de la Côte-de-Gaspé. Cette instance collabore étroitement avec les citoyens, les institutions, les commerces et les industries en vue de:

- Effectuer la collecte sélective des matériaux recyclables (contenus dans le bac bleu).
- Assurer l'accueil et le traitement des matériaux valorisables au sein des écocentres.
- Gérer avec diligence les contrats de collecte et de transport des résidus.
- Procéder à la valorisation des matières organiques par le compostage (bac brun).
- Réaliser l'enfouissement approprié des déchets ultimes (bac vert ou noir).
- Favoriser la valorisation des équipements électroniques et informatiques.
- Dispenser des informations éclairantes, sensibiliser et prodiguer une éducation appropriée sur la gestion des déchets (RITMRG, 2023).

## 1.2 Projets innovants de la RITMRG

La Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie (RITMRG) a mis en place plusieurs initiatives en matière de gestion des déchets, dont la transformation locale du verre, le projet Saule, la synergie Gaspésie, et le projet de déconstruction (qui a fait l'objet de notre projet). Voici une courte présentation de ce dernier projet :

**Déconstruction** : La RITMRG et ses partenaires (le CERIEC, le DG de la ville de Chandler, M. Roch Giroux, le DG de la ville de Grande-Rivière, M. Kent Moreau, l'école de permaculture, Recyc-Québec et l'ÉTS) ont collaboré sur ce projet de déconstruction visant à démanteler deux sites étudiés : l'ancien Bistro Cyr de Chandler et l'ancien BMR de Grande-Rivière de manière à optimiser la réutilisation des matériaux pour éviter leur transformation ou leur enfouissement, tout en documentant le processus (en tant qu'équipe de chercheuses, notre principale tâche a été de documenter tout le processus et de le présenter sous forme de cartographie optimisée, favorisant ainsi le réemploi des matériaux. Cette documentation pourrait être utile pour aider d'autres régions du Québec et les entrepreneurs intéressés par cette approche). De plus, grâce à ce projet, les

citoyens ont désormais accès à la réutilisation des matériaux, ce qui soutient le principe d'économie circulaire (RITMRG, 2023).

### **1.3 Mise en contexte et description du projet de déconstruction**

La pratique habituelle des donneurs d'ouvrage est d'octroyer les contrats au plus bas soumissionnaire conforme. Et les entrepreneurs en CRD qui répondent à ces appels d'offres sont beaucoup plus familiers avec l'approche de démolition qui priorise l'emploi de la machinerie pour mettre à terre les bâtiments, qui paraît la plus rapide (efficace) et la moins coûteuse à première vue. Les villes de Chandler et de Grande-Rivière doivent procéder à la démolition de bâtiments au cours de l'année 2022 soit un ancien bistro et une ancienne quincaillerie et ses annexes, mais désirent profondément changer les approches et implanter des pratiques favorisant la déconstruction menant vers le réemploi des matières. Une école de permaculture verra le jour dans l'ancienne école primaire située à Val-d'Espoir. Ce projet est mené par un OBNL et soutenu par la ville de Percé. Pour ce faire, des travaux de rénovation importants sont requis et l'OBNL devra mobiliser beaucoup de ressources pour optimiser ces coûts. L'opportunité d'économie découlant d'une source de matériaux secondaires à bas prix constitue une occasion pour l'organisme d'allier sa recherche de solution de réduction des coûts à ses valeurs d'autonomie, d'innovation et de développement durable. Ces trois sites ont un point commun : ils sont tous encadrés par le Plan de gestion des matières résiduelles (PGMR 2022-2029) proposé notamment par la MRC du Rocher-Percé, hôte des trois municipalités ciblées. Ce PGMR se veut ambitieux et vise à agir le plus en amont possible dans la chaîne de valeur liée aux matières résiduelles et à valoriser ses ressources, ce qui répond à la logique de l'ÉC. La RITMRG est responsable de la rédaction et du déploiement de ce PGMR. Elle a donc proposé aux trois entités de mener un projet impliquant la déconstruction et une rénovation dans une approche de démonstration documentée des impacts bénéfiques et la production d'outils facilitant la répliquabilité sur d'autres territoires. Ces projets priorisent dans l'ordre, le réemploi, le recyclage et la valorisation des matériaux de CRD. Étant un participant actif au Lab Construction du CERIEC, la RITMRG a proposé ce projet pilote de « déconstruction dirigée vers le réemploi » comme champ d'expérimentation et ainsi permettre d'identifier clairement et scientifiquement les freins, des pistes de solutions, des arguments et des outils pouvant mener à

8

l'implantation systématique d'une approche plus en amont dans le secteur de la CRD (Drapeau, 2022).

Dans le cadre de ce projet, deux méthodologies ont été mises en œuvre : la revue de la littérature ainsi que le DMAI du DMAIIC issu de la philosophie Lean Six Sigma (LSS).

## CHAPITRE 2

### REVUE DE LA LITTÉRATURE

Dans le cadre du cours de lectures dirigées MTR871 suivi durant l'été 2022 dont le but a été d'alimenter le présent projet de 15 crédits, une revue de la littérature a été réalisée en s'inspirant de la méthode de revue systématique qui est une méthode de recherche scientifique rigoureuse qui vise à synthétiser et analyser de manière critique l'ensemble des études disponibles sur un sujet donné. Le processus de la revue systématique de la littérature commence par la formulation d'une question de recherche claire et précise. Ensuite, une recherche des publications pertinentes est menée dans des bases de données scientifiques, des revues spécialisées et d'autres sources. Les critères d'inclusion et d'exclusion sont établis pour sélectionner les études qui répondent le mieux à la question de recherche (Nccmt, s. d.). Cette revue s'est appuyée également sur une approche de recherche documentaire appelée méthode boule de neige (snowballing), qui consiste en un processus itératif de recherche. Il débute par l'examen des références bibliographiques des articles pertinents déjà identifiés. En parcourant ces références, de nouveaux documents liés au sujet ou à notre domaine d'intérêt sont souvent découverts. Cette méthode permet d'identifier des articles clés qui auraient pu être omis lors de la recherche initiale et de repérer des références récurrentes témoignant de l'importance d'un concept ou d'une théorie. Ainsi, cela facilite la réalisation d'une revue de la littérature rigoureuse et exhaustive.

La revue de la littérature se divise en deux grandes parties. La première partie se concentre sur le Lean management et le Lean Construction (LC) puisque notre méthodologie s'inspire largement du Lean Six Sigma (LSS). Elle explore également le lien entre le LC et la déconstruction de bâtiments. La deuxième partie examine les défis, les enjeux et les solutions liés à l'économie circulaire (ÉC) dans le domaine de la construction, de la rénovation et de la démolition (CRD), ainsi que les étapes, enjeux et solutions liés directement au processus de déconstruction. Elle présente également les étapes et les bonnes pratiques directement liées à ce processus. Dans cette section, nous décrivons aussi l'approche utilisée pour sélectionner les articles pertinents. Plusieurs articles traitant de l'ÉC et de la déconstruction de bâtiments sont examinés, et le processus de déconstruction est analysé.

#### **2.1 Aperçu du Lean et du LC dans la littérature**

### 2.1.1 Philosophie et principes du Lean Management

Le Lean est une approche d'amélioration continue apparue pour la première fois dans le secteur manufacturier. Il a été développé par la société japonaise Toyota dans les années 1950 et était initialement connu sous le nom de Toyota Production System (TPS) (Leite et al., 2020). Par la suite, il est devenu populaire grâce au livre "La machine qui a changé le monde" écrit par Womack et al. (1990) et a été qualifiée de « Lean Thinking » par le même auteur. L'objectif est d'éliminer les gaspillages en supprimant toute activité qui n'apporte aucune valeur ajoutée au client et la production de produits (ou services) de haute qualité pour satisfaire les clients finaux (Boukherroub et al., 2021).

Le LSS est une stratégie de gestion d'entreprise qui combine les principes du Lean et du Six Sigma afin d'éliminer le gaspillage, d'améliorer la qualité et d'accroître l'efficacité des processus d'entreprise. Le DMAIIC est l'approche de résolution de problèmes qui vient du Six Sigma et est utilisé dans les projets LSS. DMAIIC signifie Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Implanter et Contrôler. La première phase, Définir, consiste à définir le problème, l'objectif et la portée du projet. La deuxième phase, Mesurer, consiste à mesurer les performances actuelles du processus. La troisième phase, Analyser, consiste à analyser les données afin d'identifier la ou les causes profondes du problème. La quatrième phase, Innover, consiste à identifier des solutions pour remédier à la (aux) cause(s) fondamentale(s). La cinquième phase, Implanter, consiste à mettre en œuvre les solutions les plus prometteuses trouvées. Enfin, la sixième phase, Contrôler, consiste à surveiller les performances du processus pour s'assurer que les améliorations sont durables (Boukherroub et al., 2021).

### 2.1.2 Lean Construction (LC)

Si le Lean Management a été créé dans le monde manufacturier, il connaît désormais de nombreuses applications. Le Lean a été appliqué dans le secteur des soins de santé, le secteur public et d'autres entreprises de services. On le retrouve aussi dans le secteur du bâtiment. On parle aussi de LC (Adminbat, 2022). Cette application dans le domaine de la construction est apparue il y a environ vingt ans et a été adoptée en raison du manque de main-d'œuvre dans le secteur du bâtiment

et les travaux publics et de la conjoncture sur les matériaux de construction. Dans les années 1990, des chercheurs ont tenté d'appliquer la méthode du Lean à l'industrie de la construction en créant un nouvel outil appelé Last Planner System (LPS) qui permet d'améliorer la collaboration, la communication et la fiabilité dans la réalisation des projets de construction. Le LPS a été conçu pour répondre aux défis spécifiques auxquels sont confrontés les projets de construction, notamment les retards, les dépassements de coûts et les problèmes de coordination. En 1993, la première conférence sur le LC a eu lieu à Helsinki, et en 1997, le Lean Construction Institute (LCI) a été fondé pour aider les entreprises à adopter cette méthode. Le Lean jouit d'une reconnaissance établie en tant que moyen d'amplifier l'efficacité opérationnelle au sein des domaines de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction (Castanedo, 2015) et (Gerardi, 2022).

### 2.1.3 Aperçu des avantages de l'application du LC

Selon Batiscript (2023), l'esprit collaboratif est essentiel dans un projet Lean. Il favorise l'adoption d'une démarche d'amélioration continue, suscitant ainsi une motivation accrue chez les ouvriers. Rien n'affecte davantage le moral d'un ouvrier que devoir défaire puis refaire son travail en raison d'un problème qui aurait pu être évité. Les objectifs du LC sont orientés vers les aspects suivants :

- Accroître la performance en identifiant les sources de gaspillage.
- Optimiser judicieusement les espaces de stockage et les ressources disponibles.
- Réduire les coûts et instaurer une collaboration harmonieuse à chaque étape de la chaîne de valeur pour une production efficiente.
- Promouvoir une communication fluide et une collaboration harmonieuse entre les différents acteurs impliqués dans un projet de construction, concourant ainsi à la réduction des risques et des erreurs.
- Accorder une présence plus attentive au client en adoptant une approche plus agile et réactive vis-à-vis de leurs sollicitations.

Le lean réunit le client, l'ingénieur, l'architecte, l'entrepreneur et le sous-traitant pour rationaliser le processus de planification. L'équipe de projet ne répond pas seulement aux besoins du client, mais elle fournit des conseils et gère les attentes pour le projet (Gerardi, 2022).

Nikakhtar et al. (2015) ont examiné la capacité du LC à réduire les déchets du processus de construction à travers une étude de cas (évaluation des stratégies de planification Lean dans 18

chantiers de construction dans la région de Klang Valley, en Malaisie). Ils ont constaté que l'application de l'approche Lean était efficace. La simulation informatique a été utilisée pour évaluer les résultats de l'application des principes du Lean, montrant que différentes formes de déchets peuvent être réduites en adoptant le LC. Ahmed et Sing (2020) quant à eux ont utilisé des entretiens avec les équipes de projet pour identifier les obstacles à la mise en œuvre des techniques de LC sur les sites de construction. Ils ont développé un modèle d'adéquation des techniques du LC basé sur les données recueillies par le biais d'un questionnaire. Les résultats montrent que l'efficacité de la mise en œuvre des techniques du LC peut être améliorée en développant une communication efficace, en fixant des objectifs clairs, en adoptant un style de leadership approprié, en encourageant les implications des clients et des entrepreneurs, et en obtenant le soutien du gouvernement par le biais d'incitations.

#### 2.1.4 **Lien entre le LC et la déconstruction**

Le LC peut jouer un rôle crucial dans la déconstruction de bâtiments. En effet, la déconstruction de bâtiments est un processus complexe qui nécessite une planification minutieuse et une exécution précise pour minimiser les pertes et maximiser la récupération de matériaux. Le LC peut aider à atteindre cet objectif en optimisant les processus de déconstruction, en réduisant les activités à non-valeur ajoutée et en maximisant la récupération des matériaux. De plus, le LC peut favoriser la collaboration entre les différentes parties prenantes impliquées dans la déconstruction d'un bâtiment, y compris les propriétaires, les entrepreneurs, les sous-traitants et les recycleurs de matériaux. Cette collaboration peut permettre une meilleure planification de la déconstruction, une communication plus efficace et une identification plus rapide des problèmes potentiels. En résumé, le LC peut jouer un rôle important dans la déconstruction de bâtiments en optimisant les processus, en réduisant les pertes et en favorisant la collaboration entre les parties prenantes (Lean Construction Institute, 2022).

L'application des concepts du Lean dans les projets de déconstruction a rarement été évoquée dans la littérature. Marzouk et al. (2019) abordent le problème de la production de déchets de construction et démolition et mettent en évidence les défis liés à la déconstruction de bâtiments. Ils explorent les synergies potentielles entre les concepts du Lean et le Building Information

Modelling (BIM) pour améliorer les processus de déconstruction. L'objectif est de réduire la quantité de matériaux de démolition en appliquant une approche durable et en intégrant les principes du Lean et le BIM dans les projets de déconstruction. Le cadre proposé évalue la compatibilité entre les fonctionnalités du BIM et les principes Lean, avec 73 interactions identifiées, dont seulement neuf sont considérées non constructives. Les résultats de cette recherche peuvent être utilisés pour établir des marchés stables pour les éléments récupérés et encourager un changement de comportement vers l'ÉC dans l'industrie de la construction. Marzouk et Elmaraghy (2021) ont aussi étudié l'intégration de l'approche BIM et des principes du Lean pour la planification de la déconstruction de bâtiments existants, afin de réduire les déchets de construction et de démolition. Ils proposent un outil plug-in BIM qui facilite la prise de décision précoce et la planification des phases de déconstruction, permettant ainsi une récupération optimisée des éléments du bâtiment et une réduction des incertitudes liées aux projets de démolition.

## **2.2 Revue de littérature sur le processus de déconstruction, ses enjeux et les solutions proposées**

Cette revue de la littérature a été structurée suivant deux phases:

**Phase 1 :** Enjeux/défis et solutions identifiés dans la littérature en rapport à l'ÉC et le réemploi des matériaux. La phase 1 a permis de collecter les informations sur l'ÉC et la déconstruction de façon générale pour mieux comprendre ces concepts et orienter par la suite notre revue de la littérature.

**Phase 2 :** Étapes, enjeux et bonnes pratiques en lien direct avec le processus de déconstruction. Au niveau de la phase 2, une réorientation de la revue de la littérature a été faite pour se concentrer sur le processus de la déconstruction qui a été identifié comme une priorité par la DG de la RITMRG.

### **2.2.1 Enjeux/défis et solutions identifiés dans la littérature en rapport à l'ÉC et le réemploi**

Au départ, la recherche a été initiée avec des mots clés tels que "Logistics", "Construction", "Circular Economy" et "Material Reuse" en utilisant le moteur de recherche SOFIA - Bibliothèque ÉTS. Cette recherche a permis de sélectionner neuf articles pertinents. Malheureusement, SOFIA

s'est avérée très limitée et pauvre en articles référant à la déconstruction. Cela nous a poussés à analyser d'autres bases de données et moteurs de recherche. Il s'agit de : Scopus, compendex, Inspec Analytics, ASCE library, Researchgate et Web of Science. Scopus et Web of Science se sont avérés être les plus efficaces au travers de la qualité du filtrage qu'ils offrent, la quantité et la qualité des résultats générés par rapport aux autres bases de données et moteurs de recherche.

À la suite de cela, d'autres mots clés tels que "Obstacles", "Risks", "Challenges", "Solutions", "Success Factors" et "Best Practices" ont été ajoutés pour affiner davantage la recherche.

Le tableau 2.1 présente les mots clés utilisés pour développer des équations de recherche et identifier des articles pertinents. L'équation de recherche découlant de la combinaison de certains de ces mots clés est : (Construction sector OR building sector) AND (Circular Economy OR reuse OR recycle) AND (obstacles OR challenges OR risks) AND (success factors OR best practices OR recommandation OR guidelines OR Solutions).

Les articles ont été sélectionnés en suivant trois étapes de filtrage, qui ont été appliquées de manière identique pour les phases 1 et 2:

- Un premier filtrage a été effectué sur le moteur de recherche en sélectionnant les titres des articles liés à l'ÉC, au réemploi et/ou à la déconstruction.
- Un deuxième filtrage a été effectué après lecture des résumés des différents articles trouvés.
- Un troisième filtrage a été effectué après lecture complète des articles sélectionnés, en fonction de leur pertinence par rapport à l'objectif de recherche ou leur adéquation avec le sujet de recherche. En effet, une fois que nous avons lu les articles dans leur intégralité, nous pouvions constater que certains abordaient clairement le sujet de la déconstruction de bâtiments et de l'ÉC, en discutant des enjeux et des solutions associés. Cependant, d'autres articles ayant pour titre "déconstruction de bâtiment", par exemple, ne répondaient pas à nos attentes en termes de contenu. Les articles sélectionnés ont ensuite été regroupés et classés dans un tableau, en fonction des critères de classification suivants : titre de l'article, année de publication, zone géographique où l'étude a été menée, type de matériaux, type de procédé (recyclage, etc.), objectif de l'action sur les matériaux, obstacles/défis/risques, solutions/bonnes pratiques/facteurs de succès.

Tableau 2.1 Mots clés et synonymes utilisés pour le contexte de l'ÉC et du réemploi

<b>Construction</b>	<b>Circular Economy</b>	<b>Obstacles</b>	<b>Solutions</b>	<b>Use case</b>
Building	Reuse	Challenge	Success factors	Implementation
	Recycle	Risks	Best practices	Pilot Project
			Recommendation	
			Guidelines	

### 2.2.2 Phase 2 : Étapes, enjeux/défis et solutions en lien direct avec le processus de déconstruction

L'équation de recherche utilisée pour cette phase est différente de la première, car en cours de route, il y a eu réorientation du besoin pour se concentrer sur le processus proprement dit de déconstruction dans le contexte nord-américain. En effet, à la suite d'une réunion avec la DG de la RITMRG le 31 mai 2022, des mots clés tels que "Employ", "Quebec", "Canada" et "North America" ont été identifiés. L'équation de recherche qui en découle est: « (Deconstruction OR dismantling OR selective demolition) AND (reuse OR employ OR recycling OR valorisation) AND (building OR construction OR architecture) AND (process OR planning OR steps OR guidelines) AND (use case OR implementation OR application OR pilot project) AND (Canada OR Québec OR USA) ». Le tableau 2.2 montre les mots clés ainsi que leurs synonymes utilisés pour bâtir cette équation de recherche.

Tableau 2.2 Mots clés et synonymes utilisés pour le contexte de la déconstruction de bâtiments

<b>Deconstruction</b>	<b>Circular economy</b>	<b>Building</b>	<b>Process</b>	<b>Use case</b>	<b>Management</b>	<b>North America</b>
Dismantling	Reuse	Construction	Planning	Implementation	Decision-	Quebec
Disassemble	Employ	Architecture	Steps	Case study	making	Canada
selective	Valorisation	Home	Operation	Application	Governance	USA
demolition	Recycling		Guidelines	Pilot project	Strategy	

Avec l'avancement des recherches, il a été constaté que l'utilisation des mots clés identifiant les pays et provinces « USA, Quebec, etc. » limitait les résultats. En vue de ne pas écarter des articles pertinents, ces mots clés ont été retirés.

La sous-section suivante présente les résultats de notre revue de la littérature concernant les phases 1 et 2. Ainsi, nous abordons les enjeux/défis et les recommandations (ou bonnes pratiques) en lien avec l'ÉC et la déconstruction, ainsi que les étapes du processus de déconstruction, mentionnées dans diverses études menées tant au Canada que dans d'autres pays du monde.

### **2.3 Résultats de la revue de la littérature**

D'après Merzen (2002), un processus de déconstruction se déroule selon trois grandes phases: pré-déconstruction, déconstruction et post-déconstruction. La pré-déconstruction est la phase en amont de l'exécution des travaux ; elle englobe les étapes d'inspection, d'évaluation du bâtiment, d'admissibilité du projet, de formation et de financement. Dans cette phase, le client peut établir un contrat avec un entrepreneur ou une organisation de déconstruction pour effectuer les travaux. La déconstruction est le démantèlement proprement dit du bâtiment (exécution des travaux). Quant à la phase de post-déconstruction, elle comprend la vente, le stockage et le transport des matériaux à la suite de la déconstruction (Merzen, 2002). Les contraintes de temps et de coût de la main-d'œuvre auraient un impact majeur sur la faisabilité d'un projet de déconstruction (Lund et al., 1997). Par exemple, la collecte des matériaux peut prendre des semaines, tandis que dans un contexte de démolition, cette opération peut être effectuée en une journée. Le fait est que les bâtiments existants ne sont pas conçus pour être déconstruits (Chini et Bruening, 2003). En effet, certains sont constitués de composants faits avec des peintures à base de plomb, d'autres sont mal fixés. Dans ces cas, seule la destruction des matériaux peut être envisagée. Pour répondre à cet enjeu, Chen et al. (2022), qui ont effectué une revue de la littérature incluant 61 articles sur la circularité dans la construction, proposent le « Design for Deconstruction » comme une stratégie en amont de la mise en œuvre de l'ÉC. Les principales problématiques et défis issus de notre analyse bibliographique sont exposés dans le Tableau 2.3. Parmi ceux-ci, on relève notamment :

- Le manque de garanties légales des matériaux recyclés ou réutilisés et la faible demande du marché constituent eux aussi des obstacles. Le manque de certification et de législation sur les matériaux réutilisés et l'absence d'un système d'assurance spécifique fait en sorte que très peu de compagnies sont prêtes à assurer ces matériaux (Chen et al., 2021); (Adams et al., 2017); (Chini et Bruening, 2003). Akinade et al. (2020) sont favorables à une rigueur accrue de la législation sur la gestion des déchets et les politiques fiscales. Nakajima (2014) quant à lui propose l'élaboration d'incitatifs financiers pour l'utilisation des matériaux secondaires. Par ailleurs, le manque de sensibilisation à grande échelle limite le nombre de personnes informées ou qui pourraient manifester de l'intérêt pour la déconstruction d'après Beatriz et Leite (2021). Dans ce sens, Chen et al. (2022) et Merzen (2002) recommandent des programmes éducatifs et une formation professionnelle de la main-d'œuvre pour diffuser les connaissances sur la construction circulaire pour favoriser sa mise en œuvre et élargir le marché des matériaux réutilisés. Boyle et al. (1999) affirment que la négligence sur le chantier durant la déconstruction peut facilement entraîner la destruction (ou la diminution de la valeur) des matériaux ainsi que leur contamination. Lynch (2022) recommande des formations sur site spécialisées pour adresser cet enjeu. Lund (1997) et Balodis (2017) recommandent d'embaucher un entrepreneur ayant une bonne compréhension de la déconstruction et des flux de matériaux ainsi qu'une main-d'œuvre adéquate et bien organisée. Chini et Bruening (2003) ajoutent qu'une bonne compréhension du fonctionnement des composants et de leur connexion au bâtiment ainsi que l'adoption de méthodes et d'outils adaptés sont requises.

- Les enjeux de santé et de sécurité (chutes, présence d'amiante et de plomb, mauvaise manipulation des équipements) sont des éléments qui sont mentionnés dans plusieurs études : (Guy et Gibeau, 2003) et (Coelho et De Brito, 2010) et (Chini et Bruening, 2003). Balodis (2017) et Guy et Gibeau (2003) recommandent la nomination d'une personne responsable de la sécurité, l'élaboration d'un plan de santé et de sécurité en s'assurant que les objectifs de confinement de la poussière et des fumées soient clairs avec les entrepreneurs et les travailleurs avant le début des travaux, ainsi que le nettoyage des débris sur toutes les surfaces de travail après chaque étape de déconstruction. Enfin, la déconstruction peut bien se dérouler, mais à la fin des opérations (post-déconstruction), il se pourrait qu'aucune vente ne soit réalisée. Par exemple, un gestionnaire pourrait être incapable de négocier le prix de vente des matériaux retirés (Boyle et al., 1999). Le transport des matériaux est un autre enjeu majeur. Par exemple, les matériaux peuvent subir des

dommages excessifs pendant le transport. Certains camionneurs pourraient ne pas être familiarisés avec les options de recyclage et de réutilisation, ou pire, ils pourraient déverser illégalement les matériaux (Koc et Okudan, 2021). Guy et Gibeau (2003) proposent d'organiser le transport et de créer un plan de gestion des matériaux très tôt dans la planification du projet et de ne travailler qu'avec des entreprises de transport autorisées et agréées.

Tableau 2.3 Enjeux et obstacles de l'ÉC et de la déconstruction

Défis/obstacles	Références
Problèmes d'assurance et de garantie liées à l'utilisation des matériaux issus de la déconstruction	(Chen <i>et al.</i> , 2022), (Adams <i>et al.</i> , 2017)
Absence de législation et de politiques strictes sur la réutilisation des matériaux issus de la déconstruction	(Akinade <i>et al.</i> , 2020), (Falk, 2002)
Temps de déconstruction et coûts plus élevés par rapport à la démolition	(Frisman, 2004), (Lund <i>et al.</i> , 1997), (Fořt et Černý, 2020)
Bâtiments existants non conçus pour être déconstruits	(Chini et Bruening, 2003)
La déconstruction nécessite une main-d'œuvre importante et adéquate	(Highet, 2017), (Guy et Guibeau, 2003)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demande du marché faible pour les matériaux usagers</li> <li>• Absence de vente à la fin du projet</li> <li>• Certains camions de transport à temps partiel ne sont pas familiarisés avec les options de recyclage et de réutilisation, ou pire, déversent illégalement des matériaux que vous pensez être correctement transportés</li> </ul>	(Merzen, 2002) (Deweerd et Mertens, 2020)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risque de contamination des travailleurs liés à la présence de plomb ou d'amiante et risque d'accident du travail</li> <li>• Difficulté pour trouver la bonne voie pour réutiliser les matériaux récupérés sans connaissances et expertise pertinentes</li> </ul>	(Deweerd et Mertens, 2020), (Fořt et Černý, 2020)
Manque de sensibilisation et d'intérêt	(Guerra et Leite, 2021)

## CHAPITRE 3

### DÉFINITION DU PROJET ET MESURE DU PROBLÈME – PHASES DÉFINIR ET MESURER

Ce chapitre présente comment les phases DM (Définir et Mesurer) du DMAIIC ont été mises en œuvre. Les phases AI (Analyser et Innover) sont présentées dans le Chapitre 4. Il convient de mentionner que les phases Implanter et Contrôler n'ont pas pu être implémentées, car au moment de la réalisation de notre étude, la déconstruction avait déjà été amorcée sur le terrain gaspésien.

#### 3.1 Phase définir

##### 3.1.1 Définition des principaux outils et techniques du Lean utilisés dans ce projet

Cette section présente brièvement les principaux outils utilisés dans le cadre du projet, qui ont joué un rôle essentiel dans l'organisation et l'avancement du travail. Ces outils comprennent le DMAIIC (également appelé DMAIC, où la phase "Implémenter" est intégrée dans la phase "Contrôler"), la fiche A3, le diagramme FIPEC, la cartographie de processus, le tableau des parties prenantes et le tableau des risques.

Le **DMAIIC** a été d'une grande valeur tout au long du projet, en structurant particulièrement la mise en œuvre sur le terrain. Il nous a fourni un cadre solide pour aborder les problèmes rencontrés sur terrain et améliorer le processus de manière systématique.

La **fiche A3** est un outil visuel et structuré du Lean développé par Toyota et utilisé pour communiquer, résoudre les problèmes, prendre des décisions éclairées et promouvoir l'amélioration continue au sein d'une organisation. Elle permet aux managers et aux employés de travailler ensemble sur un problème ou un projet et de documenter les étapes les plus importantes du projet. Nous nous sommes appuyés sur la combinaison A3 et DMAIIC. Selon Wright (2020), ils forment une excellente paire, car ils apportent une clarté indispensable aux événements Kaizen, aux projets ou à toutes opportunités de processus. Nous avons élaboré notre fiche A3 en suivant la structure du DMAIIC, ce qui nous permet de visualiser de manière concise les éléments essentiels

des résultats issus des différentes phases du processus. Le tableau 3.1 expose un modèle de combinaison entre la fiche A3 et le DMAIIC.

Event or Project Title:	Process Owner(s)	Process Expert(s)	Process Outsider(s)	Event / Project Facilitator(s)
I. DEFINE - Background (complete before event / project) Why are we talking about it?				
	Date(s):			Team Room:
II. DEFINE - Current Conditions (complete before meeting) Where are we today and what is the problem?	V. IMPROVE - Proposed Countermeasures (complete during event) What is our plan to reach the future state? Will our countermeasures work?			
III. MEASURE - Goals/Targets (complete before meeting) Reduce Lead Time and/or WIP by 50% Reduce process steps/touches by 50% Reduce Distance Traveled and/or space by 50% Establish and/or Improve Standard Work and 7S	VI. IMPROVE - Action Plans (complete during or at end of event) List who will do what by when to implement the necessary changes.			
IV. ANALYZE - (complete during event / project) What is the root cause(s) of the problem? Use diagram to illustrate.	VII. CONTROL - Follow-up (complete after event / project) What issues can be anticipated? Ensure actions are completed and shared.			

Tableau 3.1 Fiche A3 suivant la structure du DMAIIC

Tiré de (Wright, 2020)

À titre d'exemple, la fiche A3 élaborée dans le cadre du projet est présentée à l'**annexe I**.

La **matrice efforts-bénéfices** est une méthodologie de gestion des priorités, laquelle vise à déterminer les tâches à accomplir en prenant en considération les avantages potentiels que ces dernières peuvent offrir, ainsi que les efforts requis pour les mener à bien selon Godefroy (2022). Dans le cadre du projet, cet outil a permis de prioriser les solutions et recommandations émises par les experts partenaires du CERIEC selon quatre critères : **incontournables** (à faire immédiatement), **à très haut potentiel** (à planifier dans le temps), **à gains rapides** (à faire si les ressources sont disponibles) et **pas payants** (ne doivent pas faire partie du plan d'action). La matrice est représentée à la **section 5.3** du chapitre 5.

Le **diagramme FIPEC** est un outil de représentation des processus métiers qui permet de décrire les fournisseurs, les intrants, les processus (macro), les extrants et les clients associés à un processus. Il est utile pour donner aux décideurs des informations pertinentes sur un processus et sert à améliorer ou à comprendre les processus associés à l'expérience client (MacNeil, 2022b). Au

sein de ce projet, le diagramme a procuré une perspective d'ensemble soigneusement structurée du processus, en soulignant les multiples interactions entre ce dernier et son environnement.

La **cartographie de processus** est une représentation schématique détaillée de la séquence des différentes activités d'un processus, qui permet de détecter les endroits où il y a du gaspillage (activités à non-valeur ajoutée) afin d'améliorer l'efficacité, le travail d'équipe et la mobilisation du personnel concerné. Elle détaille qui fait quoi, à quel moment et comment pour voir où sont les opportunités d'améliorations (Frenière, 2023). Les cartographies de processus élaborées dans le cadre du projet sont présentées dans les sections suivantes et au **chapitre 5**. Cette approche nous a offert une vue d'ensemble du déroulement du processus, nous permettant d'identifier les zones problématiques et de proposer des améliorations basées sur diverses sources de recommandations.

Le **tableau d'analyse des risques** (TAR) est un outil de gestion de projet qui permet d'identifier, d'évaluer et de gérer les risques d'un projet. Selon SafetyCulture (2023), il est important d'identifier les risques dès le début du projet afin de pouvoir prendre des mesures préventives pour minimiser leur impact. Les risques peuvent être regroupés en différentes catégories, telles que les risques techniques, les risques liés aux ressources humaines, les risques financiers ou les risques liés aux fournisseurs. Le tableau d'analyse des risques nous a permis de classer les risques en fonction de leur probabilité d'occurrence et de leur impact potentiel sur le projet. En utilisant ce tableau, il a été possible de proposer des plans d'atténuation des risques pour réduire leur impact et favoriser la réussite du projet.

Le **tableau d'analyse des parties prenantes** (TPP) est un outil de gestion de projet qui permet de recueillir et d'analyser les informations sur les parties prenantes (PP) impliquées dans un projet. Les PP sont toutes les personnes ou organisations qui ont un intérêt ou un impact sur le projet. En utilisant ce tableau, les gestionnaires de projet peuvent élaborer des stratégies de communication et de gestion de conflits (le cas échéant) pour garantir une collaboration efficace avec toutes les PP (CEE-ONU, 2012). Grâce à cet outil, il a été possible d'identifier les Parties Prenantes (PP) clés, de comprendre leurs attentes et exigences, tout en évaluant leur niveau d'influence sur le projet. En conséquence, des mesures appropriées ont été élaborées pour favoriser leur engagement envers le projet.

### 3.1.2 Définition du problème

Le but de cette partie est de définir le problème, identifier les objectifs, définir l'équipe du projet et de délimiter celui-ci. Les PP ainsi que les risques sont également identifiés et analysés. Enfin, dans la délimitation du projet, les macroprocessus ainsi que le début et la fin du processus sont spécifiés. La description du problème et des objectifs est rappelée dans les lignes suivantes :

#### ➤ **Constat**

Dans le domaine de la Construction Rénovation Démolition (CRD), les pratiques ne sont pas adaptées aux principes de l'économie circulaire (ÉC). Les matériaux sont consommés comme des ressources à usage unique.

#### ➤ **Conséquences**

- Augmentation de la consommation des ressources vierges
- Capacité limitée à répondre à la demande (de ressources vierges)
- Coût élevé des ressources vierges
- Coût élevé de gestion des matières résiduelles (extraction, transport, transformation, distribution, gestion en fin de vie)
- Augmentation de l'empreinte écologique (extraction, transport, transformation, distribution, gestion en fin de vie)
- Matières non disponibles pour réemploi de proximité

#### ➤ **Situation désirée**

Prolonger la durée de vie des ressources par le réemploi

#### ➤ **Objectifs**

- Se doter d'un processus de déconstruction efficace qui favorise le réemploi
- Se doter d'outils d'aide à la décision pour la gestion d'un projet de déconstruction (planification, exécution et contrôle)

### 3.1.3 Définition de l'équipe du projet

L'équipe du projet est constituée de la DG de la RITMRG (promotrice), de deux chercheuses (la professeure-superviseure et moi-même) et d'une experte en développement industriel (RECYC-QC). Notre étude a été menée en étroite collaboration avec la promotrice. L'experte a été sollicitée régulièrement pour donner sa rétroaction sur nos résultats. De plus, lors des phases « Analyser » et « Innover », la promotrice du projet et l'entrepreneur responsable des sites de Grande-Rivière et Chandler ont identifié et fourni une liste des défis et des obstacles rencontrés sur le terrain ainsi que des solutions/recommandations pour les adresser. D'autres entrepreneurs, des gestionnaires, des chercheurs et des experts ont été sollicités, pour identifier d'autres pistes de solutions en vue d'améliorer davantage le processus de déconstruction qui sera présenté dans les prochaines sections (Chapitre 4). La collecte des données s'est faite au moyen de rencontres/ateliers de réflexion (majoritairement, en ligne via la plateforme « Teams »), d'échanges par courriels, et de sondages (réalisés par la promotrice auprès de l'entrepreneur et de ses équipes). En outre, au cours de la période de réalisation des travaux (en août 2022), je me suis rendue en Gaspésie afin d'effectuer une visite sur le terrain et d'échanger avec l'entrepreneur et son équipe. L'objectif était d'obtenir une vision concrète de l'avancement des travaux et de faire mes propres observations afin de documenter le projet de manière plus précise. La fiche de sondage est présentée à l'**annexe III** de ce document.

### 3.1.4 Identification et analyse des parties prenantes

Nous avons tout d'abord identifié les PP pouvant avoir un impact sur (ou être impactées par) le projet de déconstruction en Gaspésie. Celles-ci sont : les trois clients du projet (2 municipalités ; Chandler et Grand-Rivière et l'École de permaculture), RECYC-QC, le CERIEC, les entrepreneurs (et leurs équipes), les citoyens et les utilisateurs des matériaux issus de la déconstruction, l'organisme de financement (FCM - Fédération canadienne des Municipalités), le gouvernement, les sites d'accueil des matériaux, les médias et le public. L'analyse des PP a été réalisée afin d'évaluer leur niveau d'influence et de soutien au projet, ainsi que pour identifier d'éventuelles difficultés ou préoccupations spécifiques à chaque PP. L'objectif était de mettre en place, si nécessaire, des actions visant à maintenir ou à obtenir leur soutien pour le projet. Il a été déterminé

que toutes les PP avaient une attitude positive à l'égard du projet. Cependant, certaines préoccupations liées à l'entrepreneur, aux citoyens et utilisateurs, à l'organisme de financement, aux médias, public et aux sites d'accueil des matériaux ont été soulevées telles que l'engagement et la disponibilité de la main-d'œuvre, la qualité et la quantité de matériaux générés, la disponibilité du financement au bon moment, ainsi que la capacité et les horaires d'accueil des matériaux. La promotrice a mis en place plusieurs actions pour répondre à ces préoccupations, dont quelques-unes sont : la communication régulière sur l'avancement du projet, la transmission d'instructions ou d'explications claires au moment du départ des matériaux, l'avis préalable sur le déplacement des matériaux vers les sites, l'organisation d'une réunion de démarrage incluant une formation pour la main-d'œuvre, ainsi que la création d'un registre détaillé des matériaux disponibles.

Le tableau 3.2 présente les travaux d'identification des PP dans le projet. Les cases de couleur verte indiquent qu'il est nécessaire d'impliquer et de maintenir la confiance de la PP, tandis que les cases de couleur bleue indiquent qu'il est important d'informer régulièrement la PP sur l'avancement du projet. Habituellement, d'autres couleurs telles que le rouge (pour gagner le support) et le gris (pour répondre aux questions) font partie des indicateurs d'actions à entreprendre, mais elles n'ont pas été nécessaires dans ce projet. L'évaluation des attitudes des PP s'effectue sur une échelle graduelle, allant de "++", "+", "0", "-" à "--" en fonction de leur inclinaison positive ou négative envers le projet. Le niveau de confiance associé à ces attitudes varie quant à lui de "+", "?", "??", à "???".

Similairement, l'évaluation de l'influence des parties prenantes est réalisée en catégorisant cette influence comme étant "Élevée" (E), "Moyenne" (M), ou "Faible" (F). Le niveau de confiance associé à cette évaluation de l'influence varie également de "+", "?", à "???". La Figure 3.1 ci-dessous représente de manière explicite les différentes actions à entreprendre en fonction de l'attitude et de l'influence de chaque PP sur le projet.

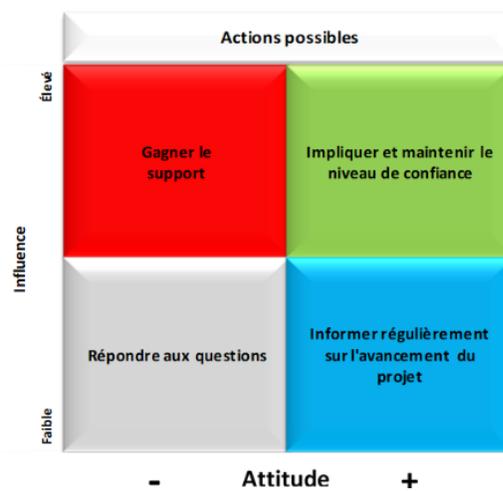


Figure 3.1 Actions possibles selon l'attitude des parties prenantes (PP) et leur niveau d'influence  
(Source: CIUSSS du Centre-Sud-de-l'île de Montréal (CCSMTL))

Tableau 3.2 Identification et analyse des parties prenantes

Parties prenantes (excluant promotrice et chercheuses)	Attitudes		Influence		Explications	Préoccupations anticipées	Enjeux (gains / pertes)	Actions	Responsables	Fréquence / Date
	Estimation ++, +, 0, -, -- (positive / négative)	Niveau de confiance +, ?, ??, ???	Estimation E = Élevée M = Moyenne F = Faible	Niveau de confiance +, ?, ??, ???						
<b>Ville de Chandler</b> M. Roch Giroux, DG	++	+	E	+	Mandataire de projet	Aucune	Gains (effet multiplicateur)	Impliquer et maintenir le niveau de confiance par une communication régulière par écrit (topo hebdomadaire) et des rencontres terrain avec l'entrepreneur	Promotrice (RITMRG) et M. Giroux	Hebdomadaire à partir de septembre 2022
<b>École de permaculture</b> M. Emmanuel Estevez, coordonnateur	++	+	E	+	Mandataire de projet et utilisateur	Aucune	Gains (effet multiplicateur)	Impliquer et maintenir le niveau de confiance par une communication régulière par écrit (topo hebdomadaire) et une visite des sites avant les travaux pour constater le potentiel de réemploi	Promotrice (RITMRG) et M. Estevez,	Hebdomadaire à partir de septembre 2022
<b>Ville de Grande-Rivière</b> M. Kent Moreau, DG	++	+	E	+	Mandataire de projet	Aucune	Gains (effet multiplicateur)	Impliquer et maintenir le niveau de confiance par une communication régulière par écrit (topo hebdomadaire) et des rencontres terrain avec l'entrepreneur	Promotrice (RITMRG) et M. Moreau	Hebdomadaire à partir de septembre 2022
<b>CERIEC</b> Mme Hortense Montoux	++	+	M	+	Expertise externe	Aucune	Gains (accès à un réseau d'expertises et arrimage avec d'autres projets)	Informier régulièrement sur l'avancement du projet par courriel et/ou durant des rencontres de suivi	Promotrice et chercheuses de l'ÉTS	Mensuelle et à la demande
<b>RECYC-QC</b> Mme Hélène Gervais	++	+	M	+	Expertise externe	Aucune	Gains (accès à un réseau d'expertise)	Informier régulièrement sur l'avancement du projet (actions concrètes?)	Promotrice et chercheuses de l'ÉTS	Bimensuelle

<b>Entrepreneur</b>	++	??	E	??	Réalisateur du projet	Engagement (rigueur, transparence, compétences, disponibilité de la main-d'œuvre ...)	Réalisation du projet  Respect de l'échéancier	- Rencontre de démarrage avec un volet formation - Présentation des registres pour validation et commentaires - Suivis quotidiens au chantier et rétroaction	Promotrice (RITMRG) et M. Maxime Tardif (Contremaître)	Quotidien À partir de mi-juillet 2022 jusqu'à fin octobre 2022
<b>Citoyens et utilisateurs de matériaux</b>	++	+	M	+	Utilisateurs (réemploi)	Qualité des matériaux, quantité, accessibilité, accès à l'information	Gains (augmentation du réemploi)	- Description claire des matériaux disponibles - Présentation des objectifs et de la démarche (communiqué de presse, volet information, sensibilisation, éducation (ISÉ) par médias sociaux)	Promotrice (RITMRG) et M. Moreau	Rencontres préparatoires et ponctuelles Août à octobre 2 événements
<b>Organisme de financement</b>	++	+	E	+	Financent le projet	Disponibilité du financement au bon moment	Gains (financement)	Impliquer et maintenir le niveau de confiance en le tenant informé sur les résultats et en transmettant des informations et des résultats bien documentés	Fonds canadien des municipalités FCM	Admissibilité juillet 2022 et confirmation décembre 2022
<b>Sites d'accueil</b> (écocentres, Lieu d'Enfouissement Technique LET et un centre de tri)	++	+	M	+	Site d'accueil	Capacité d'accueil peut-être ? Sinon bon arrimage des horaires d'accueil avec les besoins de sorties de matières		Informé régulièrement de l'avancement du projet en transmettant des instructions ou explications claires au départ puis en avisant d'avance lors des mouvements de matières vers les sites	Gestionnaires responsables (RITMRG-LET, -centre de tri et Duguay Sanitaire-écocentre	Au besoin, lorsque les conteneurs ont atteint leur capacité
<b>Médias et public</b>	++	??	M	??	Diffusion	Transmettre une information complète, claire et être bien citée	Gains (parler en bien du projet, faire connaître le projet pour divulgation)	Informé régulièrement sur l'avancement du projet par la réalisation du plan de communication (communiqué, articles, conférences ...)	Promotrice (RITMRG), FCM, CERIEC	Août 2022 à avril 2023 selon plan de communication

### 3.1.5 Cartographie macroscopique du processus – FIPEC

Le FIPEC (Fournisseurs, Intrants, Processus, Extrants, Clients) permet de délimiter le projet en précisant le début et la fin du processus ainsi que les macroprocessus les plus importants à retenir. Le processus débute avec l'émission d'un besoin de déconstruction dirigé vers le réemploi (clients) et se termine avec la diffusion des résultats du projet. En plus d'identifier les macroprocessus les plus importants, les fournisseurs, les intrants, les extrants et les clients de chaque macroprocessus est également représenté. Il a été déterminé avec la promotrice que les trois phases de pré-déconstruction, de déconstruction et de post-déconstruction proposées par Merzen (2002) seraient utilisées pour cartographier le processus de déconstruction mis en place en Gaspésie (FIPEC et cartographie détaillée). Dans la phase de pré-déconstruction, on retrouve : 1) Planifier toutes les phases avant réalisation terrain, 2) organiser les démarches administratives, 3) Structurer les opérations. Dans la phase de déconstruction ; 4) Réaliser les opérations et dans la phase de post-déconstruction ; 5) Diffuser les résultats. Une version simplifiée du FIPEC est présentée dans la Figure 3.2.

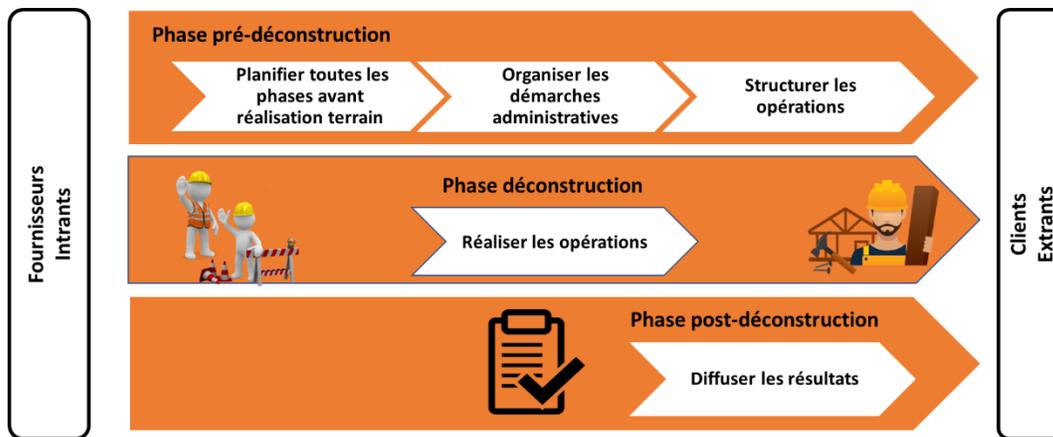


Figure 3.2 Principaux macroprocessus (version simplifiée du FIPEC)

### 3.1.6 Identification et analyse des risques

Cette étape nous a permis d'identifier les éléments à risque (ou points faibles) du projet. Cinq risques ont été identifiés, puis catégorisés selon la matrice de probabilité d'occurrence versus impact sur l'atteinte des objectifs. Le tableau 3.3 montre les risques identifiés, leur catégorie, les

conséquences possibles ainsi que les actions à mettre en place pour diminuer ou éliminer le risque. La couleur jaune est associée aux risques nécessitant une vigie, la couleur orange aux risques nécessitant une surveillance et la couleur rouge à ceux nécessitant la mise sur pied d'un plan d'action. Des actions à mener pour diminuer ces risques ont été identifiées pour toutes les catégories de risques. Concernant le manque de main-d'œuvre (catégorie rouge) ; il en résulterait plusieurs conséquences indésirables (dépassement des délais et du budget, enjeu de qualité du travail, etc.). Il a alors été décidé (promotrice) de valider rigoureusement les obligations et compétences réglementaires de l'entrepreneur choisi, d'assouplir les règles d'appel d'offres et d'offrir du « coaching » en déconstruction à l'entrepreneur et à son équipe.

Tableau 3.3 Identification et analyse des risques

#	Risque	Conséquence	Actions pour diminuer le risque	Responsable
1	Respect de l'échéancier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indisponibilité de l'entrepreneur</li> <li>• Dépassement budgétaire</li> <li>• Non-réalisations du projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les périodes les plus à risque notamment le calendrier et la disponibilité de l'entrepreneur</li> <li>• Prévoir des périodes de marge de manœuvre avec les intervenants (villes clientes, sites d'accueil, équipe de l'entrepreneur) et dans le calendrier de la promotrice</li> </ul>	Promotrice
2	Manque de main-d'œuvre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact sur l'échéancier (retard)</li> <li>• Impact sur le budget (dépassement)</li> <li>• Enjeu de qualité du travail</li> <li>• Non-réalisation du projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valider les obligations/compétences réglementaires de l'entrepreneur choisi (accompagnement de l'entrepreneur potentiel)</li> <li>• Assouplir les règles d'appel d'offres</li> <li>• Offrir du « coaching » en déconstruction à l'entrepreneur et son équipe, ce qui lui permettrait une recherche plus large de candidats avec un peu moins d'expérience</li> </ul>	
3	Accidents de chantier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non-disponibilité de la main-d'œuvre (manque de main-d'œuvre)</li> <li>• Impact sur l'échéancier (retard)</li> <li>• Impact sur le budget (dépassement)</li> <li>• Enjeu de qualité du travail</li> <li>• Non-réalisation du projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offrir une formation spécifique sur la déconstruction aux employés</li> <li>• Réviser avec l'entrepreneur son plan d'action pendant les travaux et son plan d'intervention en cas d'accident</li> </ul>	Promotrice / Entrepreneur
4	Conditions météorologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact sur l'échéancier (retard)</li> <li>• Impact sur le budget (dépassement)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir la flexibilité dans l'échéancier</li> <li>• Prévoir des conteneurs fermés et des toits de protection</li> </ul>	
5	Ressource de gestion limitée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact sur l'échéancier (retard)</li> <li>• Impact sur le budget (dépassement)</li> <li>• Non-réalisation du projet</li> </ul>	Inclure une ressource supplémentaire pouvant accompagner dans toutes les démarches	

## 3.2 Phase mesurer

L'objectif de cette phase est d'approfondir la compréhension de la situation actuelle. Cette phase a concerné essentiellement l'élaboration de la cartographie détaillée du processus déployé dans les sites de Chandler et de Grande-Rivière (voir ANNEXE II). Les figures 3.2, 3.3 et 3.4 présentent les cartographies de processus simplifiées des phases de pré-déconstruction, de déconstruction et de post-déconstruction, respectivement.

### 3.2.1 Description de la phase de pré-déconstruction

Le processus débute avec l'émission d'un besoin de déconstruction orientée vers le réemploi des matériaux par les mandataires du projet (clients) et se termine par la réalisation des opérations. À la suite de la réception du besoin de déconstruction, la promotrice effectue une étude de faisabilité et rédige une demande de réalisation de projet. Le document est soumis aux clients pour validation. La promotrice dépose ensuite une demande de financement (FCM - Fédération canadienne des Municipalités dans notre cas). Par la suite, la promotrice rédige les devis/clauses et diffuse un appel d'offres pour recruter l'entrepreneur qui réalisera les opérations. Lorsqu'un entrepreneur est choisi et validé par les clients, le contrat est octroyé et l'entrepreneur se charge de demander les autorisations et permis auprès des organismes concernés (fournisseur de services de téléphonie, d'électricité, ministères concernés, etc.). La promotrice prépare ensuite les outils de suivi (des travaux et des flux de matières) ainsi qu'une formation pour l'entrepreneur et ses équipes (types de matériaux, destinations, éléments favorisant le réemploi, etc.). La figure 3.3 présente le processus simplifié de pré-déconstruction.



Figure 3.3 Cartographie de processus simplifiée de la phase de pré-déconstruction

### 3.2.2 Description de la phase de déconstruction

Le processus débute avec la réalisation des opérations et se termine par la démobilisation de la main-d'œuvre et de l'outillage/équipements. À la suite de la préparation du site par l'entrepreneur, le démantèlement commence avec le retrait, le tri et le stockage des matériaux non structurels du bâtiment. Ensuite, des employés expérimentés retirent les contaminants et les stockent dans un conteneur dédié. Lorsque tous les contaminants sont enlevés, la déconstruction structurelle (démontage de la partie « structure » du bâtiment, en procédant par sections ou déshabillage, par exemple, retirer le recouvrement de toiture, les fenêtres et les portes, découper la toiture par sections, les murs, les planchers, etc.) a lieu. Dans le cadre du projet, une zone de réemploi, une zone de conditionnement pour le réemploi ainsi que trois conteneurs ont été utilisés pour stocker les matériaux selon leur destination (réemploi, recyclage, enfouissement). Un tri des matériaux est effectué au fur et à mesure qu'ils sont retirés. En parallèle, une équipe de conditionnement prépare les matériaux destinés au réemploi (déclouage, séparation des composants de bois selon leur dimension, etc.). La fondation est le dernier élément à être démonté. Les conteneurs pleins sont dirigés vers les différentes destinations (réemploi, recyclage, enfouissement) sous la responsabilité de la promotrice qui gère le transport et la traçabilité des matériaux. La figure 3.4 constitue la représentation graphique du processus simplifié de déconstruction décrit ci-haut.

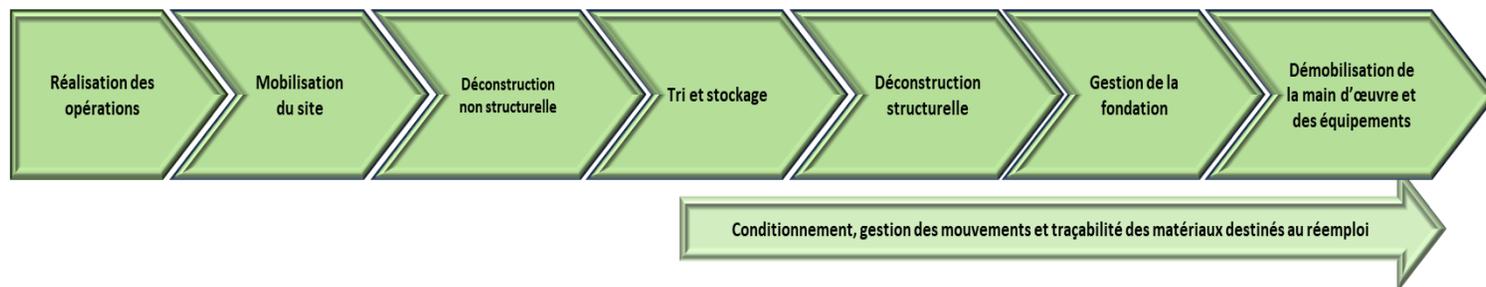


Figure 3.4 Cartographie de processus simplifiée de la phase de déconstruction

### 3.2.3 Description de phase de post-déconstruction

Le processus débute avec la démobilisation de la main-d'œuvre et des équipements et se termine avec la diffusion des résultats et recommandations, ainsi que l'adoption de nouvelles pratiques. La promotrice met à jour l'inventaire des matériaux destinés au réemploi, prépare la grille tarifaire et annonce le début et la période de la vente (médias sociaux, radio, affiches, sites Web des partenaires, etc.). Ensuite, la vente des matériaux est effectuée et la promotrice complète les registres des acheteurs. Lorsque l'échéance pour la vente est atteinte, elle réalise la reddition de compte et présente différents rapports aux clients du projet et à l'organisme de financement. Enfin, les constats et des recommandations découlant du projet sont discutés et documentés, les résultats du projet sont diffusés en vue de l'adoption possible de nouvelles pratiques.

La figure 3.5 présente la représentation de la description du processus simplifié de post-déconstruction faite ci-dessus.



Figure 3.5 Processus simplifié de la phase de post-déconstruction

## CHAPITRE 4

### ANALYSE DU PROBLÈME – PHASE ANALYSER

Dans ce chapitre, nous analysons les problèmes liés à la mise en place du processus de déconstruction en vue d'une optimisation future. La phase Analyser a consisté à identifier les enjeux et les difficultés rencontrées tout au long du processus de déconstruction. Chacune des étapes (phases pré-déconstruction et post-déconstruction) a été passée en revue avec la promotrice. Pour la phase de déconstruction, un sondage a été complété par l'entrepreneur et des membres de son équipe pour identifier les enjeux et difficultés rencontrées sur le terrain lors de la réalisation des opérations. L'équipe de recherche du projet en collaboration avec la promotrice a pu examiner en détail les inefficacités, les enjeux et les défis. Cela a permis de mettre en lumière les points critiques nécessitant une attention particulière et identifier par la suite les solutions à mettre en place pour améliorer le processus actuel.

#### 4.1 Enjeux terrain liés à la phase de pré-déconstruction

La phase de pré-déconstruction est une étape cruciale dans tout projet de déconstruction, car c'est à ce stade que les plans et les stratégies sont établis pour mener à bien le processus de démantèlement. Après une discussion avec la promotrice en rapport avec cette phase, elle a été confrontée à quelques défis ou enjeux importants au cours de la réalisation des devis, des registres, etc. À titre d'exemple, le tableau 4.1 présente l'ensemble des enjeux rencontrés lors de la pré-déconstruction. Parmi ceux-ci, on relève notamment :

- Le manque de connaissances liées aux matières générées est un problème courant lors de la pré-déconstruction. Il est essentiel de comprendre en détail les quantités et les catégories de matériaux qui seront générés lors de la déconstruction. Cela permet d'estimer plus précisément les coûts de gestion des déchets, de planifier le transport des matériaux, de déterminer les méthodes de traitement appropriées, etc. Malheureusement, il arrive souvent que les informations sur les matériaux à déconstruire soient insuffisantes ou inexactes, ce qui rend difficile l'établissement de plans détaillés pour la gestion des matériaux destinés au réemploi ou ceux destinés à l'enfouissement.

- L'incompréhension des objectifs du projet par l'entrepreneur et son équipe. Chaque projet de déconstruction a ses propres objectifs spécifiques, tels que la récupération maximale de matériaux réutilisables, la minimisation des déchets envoyés en décharge, le respect des normes environnementales, etc. Si l'entrepreneur et son équipe ne comprennent pas clairement ces objectifs, il est difficile de mettre en place les bonnes pratiques et les procédures adéquates pour les atteindre. Cela peut entraîner des erreurs coûteuses, des retards et des impacts négatifs sur l'environnement.
- La rareté de références techniques spécifiques. Lors de la préparation des devis, il est essentiel d'identifier des clauses adaptées au projet de déconstruction, ce qui peut être difficile en l'absence de références claires. Sans ces références, il devient compliqué d'estimer avec précision les coûts et les délais associés à la déconstruction.
- Un problème significatif au niveau du modèle de devis actuel qui est complexe et peut décourager les soumissionnaires potentiels. Si les documents de soumission sont difficiles à comprendre ou à interpréter, cela peut dissuader les entrepreneurs et les professionnels de soumettre des offres pour le projet. Cela limite le nombre de soumissionnaires potentiels. De plus, le fait que l'approche de déconstruction en elle-même soit méconnue peut engendrer des estimations gonflées lors du dépôt des soumissions. Entre autres, lorsque les méthodes et défis associés à la déconstruction sont méconnus, les soumissionnaires peuvent être confrontés à des incertitudes et à un manque d'expérience dans l'estimation des coûts et des délais.

En résumé, les enjeux liés à la phase de pré-déconstruction peuvent compromettre la planification et la mise en œuvre efficace du processus de déconstruction.

Tableau 4.1 Enjeux rencontrés (phase pré-déconstruction)

Étapes du processus	Parties prenantes concernées	Enjeux
<b>Rédiger le projet</b>	Promotrice (gestionnaire), organisme de financement et municipalités (clients)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gérer un processus administratif lourd (beaucoup de formulaires, faire cadrer la description du projet avec les différents paramètres des programmes de soutien financier qui sont très ciblés ...)</li> <li>• Mauvais arrimage entre ceux qui construisent les programmes de soutien financier et la réalité du terrain</li> </ul> <p><b>Conséquences:</b> plusieurs versions de l'étude de faisabilité produites (au total 8) pour l'admissibilité préliminaire, retranscription dans un deuxième formulaire</p>
<b>Préparer la fiche projet finale</b>	Promotrice (gestionnaire)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les résultats de l'inventaire des matériaux avant le début du projet n'étaient pas assez précis</li> <li>• Il a été difficile d'avoir une évaluation fiable avant de débiter le projet</li> </ul>
<b>Présenter la fiche projet aux décideurs</b>	Promotrice (gestionnaire) et municipalités (clients)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le contenu de la fiche projet manque de clarté et n'est pas toujours compris par les décideurs (objet, résultat)</li> <li>• Non-disponibilité des décideurs</li> </ul>
<b>Préparer la demande de financement</b>	Promotrice (gestionnaire) et organisme de financement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire face à de courts délais et conjuguer avec les délais entre les divers allers-retours de question/réponse</li> <li>• Processus administratif lourd (il faut retravailler le projet pour qu'il cadre avec les exigences des organismes de financement)</li> </ul>
<b>Déposer demande de financement</b>	Promotrice (gestionnaire) et organisme de financement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Délais de réponse de l'organisme de financement plus long que les échéanciers concrets d'un projet (non-alignement des échéanciers)</li> <li>• Devoir utiliser la trésorerie de l'organisme qui réalise le projet (RITMRG) en attendant la confirmation du financement pour soutenir les engagements</li> </ul>
<b>Rédiger devis et clauses</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu de références techniques alors qu'il faut identifier des clauses adaptées au projet de déconstruction dans le cadre de la préparation des devis</li> </ul>

	Promotrice (gestionnaire), municipalités (clients) et entrepreneur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le modèle de devis actuel est complexe ce qui peut décourager les soumissionnaires potentiels</li> <li>• Approche méconnue qui peut engendrer des estimations gonflées lors du dépôt des soumissions pour compenser les incertitudes et le manque d'expérience</li> </ul>
<b>Octroyer contrat</b>	Promotrice (gestionnaire) et organisme de financement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décalage des échéanciers entre les conditions d'octroi (validité à durée limitée des soumissions) et la confirmation du financement</li> </ul>
<b>Préparer les outils de suivi matière</b>	Promotrice (gestionnaire et technique) et filières de traitement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méconnaissance du territoire et de ses options d'accueil et de traitement des matières</li> <li>• Manque de connaissance liée aux matières générées (quantités, catégories, etc.)</li> </ul>
<b>Préparer les outils de suivi travaux</b>	Promotrice (gestionnaire et technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de disponibilité, créativité et d'adaptabilité des outils existants en fonction de la réalité du mandat à réaliser</li> </ul>
<b>Tenir la rencontre de démarrage</b>	Promotrice (gestionnaire) et Promotrice (technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incompréhension des objectifs du projet par l'entrepreneur et son équipe</li> <li>• Manque de traçabilité liée au mouvement des matières</li> </ul>

## 4.2 Enjeux terrain liés à la phase de déconstruction

À la suite d'un échange avec la promotrice concernant cette phase, plusieurs défis et enjeux importants auxquels l'entrepreneur et son équipe ont fait face ont été identifiés. Le tableau 4.2 récapitule de manière exhaustive ces enjeux. La phase de déconstruction a présenté des enjeux complexes pouvant compromettre la rigueur, le respect des délais et la compréhension adéquate de l'entrepreneur lorsqu'il s'agissait de compléter les registres quotidiens. Cela peut entraîner des pertes de données ou d'informations cruciales. De plus, le manque d'espaces d'accueil pour les matériaux et la circulation des machines, ainsi qu'un suivi incomplet du mouvement des conteneurs en cas de sortie fréquente des matériaux, etc., ont rendu difficile la gestion des flux de matières sur le chantier.

Dans le cadre de la préparation ou de la mobilisation du site, la présence d'un bâtiment abandonné pendant une période prolongée entraîne des répercussions importantes, notamment en ce qui concerne l'accès des employés au site et la génération accrue de déchets pouvant ainsi affecter le budget initial prévu, etc.

Lorsqu'il s'agissait de retirer les matériaux, plusieurs défis significatifs se sont posés. Tout d'abord, l'encombrement de l'espace de travail pouvant compromettre la sécurité des lieux et la productivité des employés. De plus, les murs composés de plusieurs matériaux demandent beaucoup de temps et d'efforts pour les démanteler complètement. Aussi, l'entrepreneur a rencontré des difficultés pour identifier les différents matériaux, déterminer leur destination appropriée et quantifier les matériaux retirés quotidiennement. Par ailleurs, la vigilance des employés en matière de sécurité pouvant diminuer progressivement au fil des jours a été présentée comme un risque supplémentaire pour le chantier. En ce qui concerne le conditionnement, le tri et la classification des matériaux, un espace de stockage limité, une pénurie de main-d'œuvre qualifiée disponible et abordable face aux règles actuelles qui exigent la présence exclusive de manœuvres spécialisés sur les chantiers de construction, etc., limitent la capacité de conditionnement des matériaux en vue de leur vente ultérieure. Face à ces défis, il est essentiel de mettre en place des méthodes de gestion de projet efficaces et de rechercher des solutions novatrices pour optimiser le processus de déconstruction.

Tableau 4.2 Enjeux rencontrés (phase déconstruction)

Étapes du processus	Parties prenantes concernées	Enjeux
<b>Compléter les registres au quotidien</b>	Promotrice (technique) et entrepreneur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de rigueur, de temps et d'une bonne compréhension de l'entrepreneur ce qui peut générer des pertes de données ou d'informations</li> </ul>
<b>Gérer les mouvements matières</b>	Promotrice (technique) et entrepreneur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque d'espaces d'accueil pour les matériaux et pour la circulation des machineries</li> <li>• Suivi incomplet du mouvement des conteneurs s'il y a beaucoup de sorties matières</li> <li>• Présence insuffisante ou absence du chargé de projet</li> </ul>
<b>Mobiliser ou préparer le site</b>	Entrepreneur, Promotrice (gestionnaire et technique) et municipalités (clients)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bâtiment abandonné trop longtemps:</li> <li>• Impact au niveau CNESST quant à l'accès par les employés</li> <li>• Obligation de mettre des masques</li> <li>• Beaucoup d'infiltration, de pigeons, de déchets ou contaminants</li> <li>• Génération supplémentaire de déchets pouvant affecter le budget prévu</li> <li>• Bâtiment situé sur un terrain entouré par un autre terrain qui appartient à un particulier ce qui requiert des autorisations supplémentaires pour circuler avec la machinerie</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Équipements roulants non disponibles ou insuffisants (skytrack et autres)</li> <li>• Maintien de la circulation sur des voies fréquentées</li> </ul>
<b>Retirer les matériaux non structuraux (contenu mobile, cartons ...)</b>	Entrepreneur et promotrice (technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encombrement de l'espace de travail pouvant affecter la sécurité des lieux et l'efficacité des employés</li> <li>• Manque de compréhension et méconnaissance quant aux matières à cibler</li> </ul>
<b>Déshabiller (déconstruire les couches du mur), trier et entreposer les matières</b>	Entrepreneur et promotrice (technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les murs composés de plusieurs matières exigent beaucoup de temps si on veut tout déshabiller (le déshabillage est plus important que prévu)</li> <li>• Confusion pour l'équipe et manque d'encadrement si l'entrepreneur doit gérer 2 chantiers en parallèle</li> <li>• Après 5 jours, le doute s'installe pour le contremaître quant aux priorités et on constate un rythme plus lent d'avancement</li> <li>• Difficulté à identifier les matières et leur destination puis quantifier les matières à la journée</li> <li>• Préoccupation au niveau financier lorsque l'entrepreneur doute du respect de l'échéancier (considérant le temps à impartir pour cette partie de travaux plus exigeante)</li> </ul>
<b>Retirer le revêtement, la toiture et les portes et fenêtres</b>	Entrepreneur et promotrice (technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilance des employés quant à la sécurité au travail considérant les interventions en hauteur, en pente, avec des outils coupants</li> <li>• Incidents (oreille blessée d'un manœuvre)</li> </ul>
<b>Retirer les murs et cloisons</b>	Entrepreneur et promotrice (technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilance des employés quant à la sécurité qui peut être relâchée au fil des jours</li> </ul>
<b>Conditionner, trier et classer les sections, panneaux et (murs, planchers, toiture,)</b>	Entrepreneur ou promotrice (technique) et municipalités (clients)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu d'espace d'entreposage (problématique) ce qui limite le conditionnement pour la vente (déclouer, bien classer, etc.)</li> <li>• Manque de main-d'œuvre disponible et abordable</li> <li>• Les règles actuelles exigent qu'il y ait seulement des manœuvres (journaliers) spécialisés sur les chantiers de construction et les taux sont trop élevés pour permettre le respect des budgets</li> <li>• Manque d'efficacité et de priorisation</li> <li>• Manipulation difficile des sections et panneaux</li> </ul>
<b>Démobiliser main-d'œuvre et outillage</b>	Entrepreneur et promotrice (gestionnaire et technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'entrepreneur doit passer rapidement à un autre chantier</li> <li>• Bilan rapide et incomplet</li> </ul>

### 4.3 Enjeux terrain liés à la phase de post-déconstruction

La phase de post-déconstruction fait référence aux étapes qui suivent immédiatement la déconstruction physique d'un bâtiment ou d'une structure. La promotrice du projet a rencontré moins d'enjeux à ce stade. Les enjeux rencontrés sont liés au manque de données et d'informations ainsi qu'à la diversité des livrables. En premier lieu, le manque de données et d'informations constitue un sérieux défi dans la phase de post-déconstruction. Après la déconstruction, il est crucial d'obtenir des informations précises sur les matériaux récupérés, les quantités de déchets générées, les substances dangereuses éliminées, etc. Ces données sont essentielles pour évaluer les performances environnementales, économiques et sociales du projet de déconstruction. Cependant, il arrive souvent que les informations ou les données disponibles soient incomplètes. Cela peut limiter la capacité à réaliser des analyses approfondies et à prendre des décisions éclairées pour l'avenir. Par ailleurs, la diversité des livrables requis dans la phase de post-déconstruction peut aussi poser des problèmes, car après la déconstruction, il est nécessaire de produire plusieurs types de rapports et de documents, tels que des rapports d'audit environnemental, des rapports sur la gestion des déchets, des plans de réutilisation des matériaux, etc. Ces livrables peuvent souvent être demandés dans des formats différents par les parties prenantes et les autorités réglementaires. La diversité des livrables et des formats peut rendre la collecte et la présentation des informations complexes, et il est important de s'assurer que les rapports et les documents sont clairs, complets et conformes aux exigences spécifiques. Le tableau 4.3 présente les enjeux rencontrés lors de la phase post-déconstruction.

Tableau 4.3 Enjeux rencontrés (phase post-déconstruction)

Étapes du processus	Parties prenantes concernées	Enjeux
<b>Réaliser la reddition de comptes</b>	Promotrice (gestionnaire) et municipalités (clients)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de données et d'informations</li> <li>• Plusieurs livrables aux formats différents à produire : rapports à rédiger avec des contenus différents (selon le destinataire)</li> </ul>

Dans le chapitre suivant, nous proposons des solutions concrètes qui abordent directement les enjeux identifiés, dans le but ultime de développer la cartographie de processus optimisée qui est présentée dans ce même chapitre. L'objectif

est de fournir des pistes de solutions pratiques et efficaces qui permettent de surmonter les défis identifiés, tout en garantissant la réalisation de l'objectif global du projet « maximiser le réemploi ».



## CHAPITRE 5

### PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS POUR LE PROCESSUS DE DÉCONSTRUCTION – PHASE INNOVER

L'objectif de la phase Innover est de répondre aux enjeux rencontrés par des propositions d'améliorations / recommandations et de proposer un processus de déconstruction « optimisé » permettant de « maximiser » le réemploi des matériaux. La cartographie de ce nouveau processus (phases pré-déconstruction, déconstruction et post-déconstruction) a été élaborée par l'équipe de recherche de l'ÉTS (Audrey Nganmi et sa superviseure Tassedra Boukherroub) et la promotrice du projet. Trois stratégies ont été utilisées pour identifier des pistes d'améliorations pertinentes : 1) recueillir les solutions et les recommandations de la promotrice et de l'entrepreneur pour adresser les enjeux et les difficultés rencontrées sur le terrain, 2) s'inspirer des solutions et des bonnes pratiques identifiées dans la littérature et 3) recueillir les solutions et les recommandations d'experts du domaine (qui ne sont pas directement impliqués dans le projet).

Le tableau 5.1 présente les pistes d'amélioration proposées par la promotrice, le tableau 5.2 expose les solutions et bonnes pratiques identifiées dans la littérature et le tableau 5.3 montre les recommandations et solutions émises par les experts du domaine pour l'ensemble des trois phases.

#### **5.1 Solutions et recommandations terrain émanant de la promotrice et de l'entrepreneur**

Ces solutions et recommandations mises sur pieds découlent d'un travail rigoureux de collecte de données effectué sur plusieurs mois en collaboration avec la promotrice du projet et la professeure-superviseuse du projet. Au cours des différentes rencontres, des échanges ont été effectués auprès de la promotrice qui avait une vision globale du processus de déconstruction des différents chantiers gaspésiens. Chaque phase du processus de déconstruction et les enjeux associés ont été abordés. Cet exercice avec la promotrice a permis d'identifier ce qu'il aurait été judicieux de faire pour éviter les enjeux qu'elle, l'entrepreneur et son équipe ont rencontrés sur le terrain.

Afin de traiter les enjeux rencontrés par l'entrepreneur lors de la phase de déconstruction, la promotrice a organisé une réunion avec l'entrepreneur pour effectuer le même exercice. À la suite de cette séance, elle a dressé une liste de recommandations émises par l'entrepreneur, qu'elle nous a communiqué pour que nous les ajoutions à la liste de recommandations qu'elle avait déjà émise précédemment. Cette approche a permis de recueillir les connaissances et les

perspectives à la fois de la promotrice et de l'entrepreneur, afin de proposer des recommandations plus complètes pour adresser les défis identifiés lors du processus de déconstruction au préalable. Dans les paragraphes suivants, nous présentons quelques-unes de ces solutions (recensées dans le tableau 5.1).

Face aux défis liés à la préparation de la fiche projet à présenter aux décideurs, la promotrice a suggéré de recourir à l'expertise d'un professionnel pour réaliser un inventaire exhaustif du bâtiment avant de lancer le projet. Cette démarche permettrait d'établir une fiche technique complète regroupant toutes les informations essentielles sur le bâtiment, notamment un inventaire détaillé des matériaux utilisés. De plus, il est recommandé d'offrir diverses options de communication pour partager cette fiche, telles que les appels téléphoniques, les courriels, etc., afin de garantir une diffusion efficace et une compréhension mutuelle entre toutes les parties concernées. Par ailleurs, concernant la rédaction des devis et des clauses contractuelles, il est conseillé de concevoir un devis simplifié et concis qui répond aux exigences des donneurs d'ouvrage, tout en étant attrayant pour les potentiels soumissionnaires. Dans cette optique, il est également recommandé de réviser les modèles de bordereaux de soumission existants et de développer un guide fournissant des exemples de clauses de référence. Ces mesures visent à faciliter la rédaction des devis, à harmoniser les pratiques et à assurer une meilleure compréhension des clauses contractuelles pour toutes les parties impliquées. Aussi, la préparation des outils de suivi a été identifiée comme un autre défi majeur. Par conséquent, la promotrice a recommandé non seulement d'établir une liste des différentes filières de traitement des matériaux et de la partager avec toutes les parties prenantes, mais aussi de créer une boîte à outils flexible et adaptée pour faciliter le suivi du projet. Cette boîte à outils fournirait des ressources et des directives pratiques permettant de mettre en œuvre efficacement les différentes étapes du suivi, favorisant ainsi une gestion optimale du projet.

Tableau 5.1 Solutions/recommandations terrain

➤ Phase de pré-déconstruction

<b>Étapes du processus</b>	<b>Solutions / Recommandations</b>
<b>Rédiger le projet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer un bon arrimage entre les programmes financiers et le projet (réalité terrain)</li> <li>• Harmoniser le processus d'admissibilité de la demande de financement (soit créer un gabarit clair et standardisé à tous les niveaux de ce qui est attendu des demandeurs, soit accepter ce qui est directement proposé par les demandeurs (liberté à tous les niveaux))</li> <li>• Arrimer les outils d'accueil de projet par les divers organismes de financements</li> </ul>

<b>Préparer la fiche projet finale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire appel à un expert pour réaliser l'inventaire du bâtiment (nouveaux bâtiments) avant de réaliser le projet</li> <li>• Établir une fiche technique au départ contenant toutes les informations (Inventaire matériaux) et du bâtiment (anciens bâtiments)</li> </ul>
<b>Présenter la fiche projet aux décideurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparer un modèle de fiche sur 1 page, à partir des attentes clarifiées avec les décideurs au préalable</li> <li>• Offrir plus d'options pour communiquer la fiche de projet (rencontre, envoi courriel et suivi téléphonique)</li> </ul>
<b>Préparer la demande de financement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simplifier le processus au niveau de la pré- admissibilité, ça prend plus d'interactions en amont</li> <li>• Arrimer ou harmoniser les processus entre les organismes de financement</li> </ul>
<b>Déposer demande de financement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accélérer le processus de financement et l'aligner avec l'échéancier terrain</li> <li>• Prévoir une clause de débours en début de projet pour soulager la trésorerie des organismes qui réalisent le projet</li> </ul>
<b>Rédiger devis et clauses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaborer un devis simplifié et allégé répondant aux exigences des donneurs d'ouvrage tout en étant « attrayant » pour des soumissionnaires potentiels</li> <li>• Développer un guide proposant des exemples de clauses références</li> <li>• Réviser les modèles de bordereaux de soumission. Évaluer les options (ex : prévoir un nombre de jours X et une option de coût par jour supplémentaire).</li> </ul>
<b>Octroyer contrat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrimer les différents échéanciers et prises en compte des contraintes municipales (Tenue des séances, procédures administratives obligatoires) par les partenaires financiers.</li> </ul>
<b>Préparer les outils de suivi matière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparer un inventaire le plus complet possible des matières qui seront générées</li> <li>• Répertorier les filières de traitement pour les différentes matières et les partager avec les parties prenantes</li> </ul>
<b>Préparer les outils de suivi travaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Créer une boîte à outils flexible et adaptée pour faciliter le suivi terrain</li> </ul>
<b>Tenir la rencontre de démarrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valider la perception, les connaissances, les besoins et attentes de l'entrepreneur avant la rencontre</li> <li>• Identifier une personne dédiée à la traçabilité du mouvement des matières</li> </ul>

## ➤ Phase de déconstruction

Étapes du processus	Parties prenantes concernées	Solutions / Recommandations
<b>Compléter les registres au quotidien</b>	Promotrice (technique) et entrepreneur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accompagner l'entrepreneur au quotidien en repassant les registres et en les complétant avec lui</li> </ul>
<b>Gérer les mouvements matières</b>	Promotrice (technique) et entrepreneur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les espaces en début de projet et prévoir un affichage clair en commun accord avec le contremaître de chantier</li> <li>• Planifier le transport régulier des conteneurs puisque la matière ne peut être accumulée trop longtemps sur le site</li> <li>• Assurer une compilation et une validation des registres régulière, voire quotidienne</li> <li>• Prévoir une disponibilité, une mécanique de communication et de gestion des échanges d'information qui convient aux parties (texto, courriel, copie de registre systématique...)</li> <li>• Prévoir une mise à jour régulière et une bonne coordination avec le surintendant de chantier</li> </ul>
<b>Mobiliser ou préparer le site</b>	Entrepreneur, promotrice (gestionnaire et technique) et municipalités (clients)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inviter les villes à limiter ou encadrer les délais liés à l'abandon de bâtiments et adopter un plan d'action à cet effet</li> <li>• Inventorier les bâtiments abandonnés et qualifier leur état</li> <li>• Mettre à jour régulièrement l'affectation des matières découlant de la déconstruction et arrimer les changements avec le fournisseur de conteneurs</li> <li>• Clarifier avec le donneur d'ouvrage tous les enjeux d'accès et de circulation avant d'octroyer le contrat</li> <li>• Prioriser la réservation des équipements dès l'octroi du contrat</li> <li>• Valider, dès le départ, les options de remplacement à proximité</li> <li>• Valider les exigences du donneur d'ouvrage et des obligations à respecter liées aux voies de circulation afin de bien définir le plan de sécurité à mettre en place</li> <li>• Publiciser les informations liées au chantier notamment les dates, les voies de circulation recommandées et autres</li> </ul>

		directives assurant une gestion efficace et sécuritaire du chantier
<b>Retirer les matériaux non structuraux (contenu mobile, cartons ...)</b>	Entrepreneur et promotrice (technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Débuter les travaux par une visite du site avec l'entrepreneur et identifier les matières ciblées et confirmer leur destination</li> <li>• Préciser la notion de non structural</li> </ul>
<b>Déshabiller (déconstruire les couches du mur), trier et entreposer les matières</b>	Entrepreneur et promotrice (technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clarifier les phases de déroulement réel de ce type de chantier avant le début des travaux</li> <li>• Prévoir un contremaître à temps plein particulièrement au début</li> <li>• Déposer, si nécessaire, les matériaux ou sections de couches intérieures, dans une zone pour matériaux mixtes qui seront démantelés à la fin, selon la disponibilité du budget et le potentiel de réemploi.</li> <li>• Établir des zones identifiées où l'on pourra quantifier les matières en volume ou en nombre de pièces AVANT leur sortie</li> <li>• Exprimer ses doutes et réaligner les priorités régulièrement avec le gestionnaire du donneur d'ouvrages (promotrice)</li> <li>• Prévoir un code couleur lors de l'étape « inventaire » AVANT l'arrivée des équipes pour mieux définir le niveau de déshabillage et la destination des matières</li> <li>• Réaliser un audit dès le début et prévoir un montant pour les imprévus</li> </ul>
<b>Retirer le revêtement, la toiture et les portes et fenêtres</b>	Entrepreneur et promotrice (technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valider avec l'entrepreneur, avant de débiter, l'approche qu'il compte privilégier, les outils utilisés.</li> <li>• Sensibiliser toute l'équipe au respect des directives de CNESST tout en conservant l'intégrité maximale des matériaux</li> </ul>
<b>Retirer les murs et cloisons</b>	Entrepreneur et promotrice (technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rappeler quotidiennement ou régulièrement les surprises possibles, ne pas penser en mode construction, ni s'installer dans l'automatisme: rappels de formation</li> <li>• Renouveler les validations quant à l'approche et les directives d'intervention</li> </ul>

<b>Conditionner, trier et classer les sections, panneaux et (murs, planchers, toiture,)</b>	Entrepreneur ou promotrice (technique) et municipalités (clients)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir des espaces ou du personnel en parallèle pour le volet conditionnement dès que possible dans l'échéancier</li> <li>• Solliciter les groupes communautaires, de réinsertion au travail, les donateurs d'ouvrages ayant des employés saisonniers</li> <li>• Prévoir un espace adjacent au chantier et ainsi recruter du personnel par le biais d'une entité différente, autre que l'entrepreneur</li> <li>• Clarifier régulièrement les matériaux prioritaires à conditionner, les objectifs et cibles visés</li> <li>• Prévoir occasionnellement l'utilisation de machinerie pour déplacer ou repositionner les matériaux</li> </ul>
<b>Démobiliser main-d'œuvre et outillage</b>	Entrepreneur et promotrice (gestionnaire et technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir au calendrier une rencontre de fin de projet</li> <li>• Prévoir un exercice de rétroaction ou un formulaire de fin de projet pour recueillir les commentaires, appréciations, conseils et constats</li> </ul>

➤ Phase de post-déconstruction

<b>Étapes du processus</b>	<b>Parties prenantes concernées</b>	<b>Solutions / Recommandations</b>
<b>Réaliser la reddition de comptes</b>	Promotrice (technique) et entrepreneur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Privilégier l'implication régulière et soutenue du responsable de la collecte des informations (ex. gestionnaire)</li> <li>• Démarrer le projet avec des outils de compilation fonctionnels et bien arimés avec les livrables identifiés au départ</li> <li>• Harmoniser les attentes des différentes parties prenantes quant à la reddition de comptes (un rapport standardisé avec l'ensemble des informations requises)</li> </ul>

## 5.2 Solutions et bonnes pratiques identifiées dans la littérature

Tout au long du projet, l'analyse de la littérature a permis d'identifier des solutions et de bonnes pratiques qui ont été bénéfiques dans la résolution des défis spécifiques rencontrés sur le terrain gaspésien, tout en fournissant des enseignements précieux pour les futurs projets. Ces recommandations ont joué un rôle important et ont contribué énormément à l'élaboration de la cartographie de processus optimisée. Le tableau 5.2 met en évidence pour l'ensemble des phases de déconstruction, des approches efficaces identifiées dans la littérature, ainsi que les bonnes pratiques pour relever les défis spécifiques abordés dans le projet. En proposant de nouvelles étapes de réalisation à prendre en compte, le tableau offre une perspective élargie sur le processus. Il permet ainsi d'intégrer des éléments novateurs et pertinents. Ces nouvelles étapes peuvent inclure des procédures testées avec succès dans des projets similaires. L'ajout de ces étapes complémentaires contribue à améliorer et bonifier le processus de déconstruction actuel mis en œuvre en Gaspésie.

À la suite de la revue de la littérature présentée dans le chapitre 1, trois principales étapes ont été proposées en amont de la phase de pré-déconstruction actuelle et deux étapes en aval, une étape en amont de la phase de déconstruction et quatre étapes tout au long de la phase de post-déconstruction. Il s'agit de:

### **Phase pré-déconstruction :**

- 1) Mandater un expert pour réaliser une étude de faisabilité

Cela consiste en une évaluation initiale du bâtiment, pour laquelle il est recommandé de réaliser une étude approfondie du site, combinée à un inventaire détaillé des matériaux présents dans le bâtiment. Une visite informelle et visuelle du site est également proposée afin d'évaluer la qualité générale du bâtiment.

- 2) Mandater un expert pour une étude environnementale

Il est recommandé de faire appel à un expert spécialisé dans ce domaine pour mener cette opération. Cette étude environnementale permet de réaliser un contrôle des éléments nocifs tels que l'amiante, le plomb, etc. Cette évaluation permet d'identifier les risques pour la santé et sécurité et de mettre en place les mesures appropriées de sécurité avant le début des travaux.

### 3) Mandater un expert pour réaliser une étude du marché de récupération

Cette étude vise à déterminer les opportunités de réutilisation des matériaux issus de la déconstruction, en analysant minutieusement le marché et ses besoins. L'objectif est d'identifier le besoin en matériaux de réemploi pour savoir quoi retirer et où orienter les matériaux retirés.

### 4) Préparer la formation des travailleurs tout au long du projet

La préparation d'une formation pour les ouvriers tout au long du projet est essentielle pour leur sécurité, leur productivité et leur capacité à exécuter efficacement les tâches qui leur sont assignées. Les sujets de formation peuvent inclure les procédures de sécurité, l'utilisation d'équipements spécifiques, les techniques de déconstruction, le tri des matériaux, etc. Grâce à une formation appropriée, le contractant s'assure que les travailleurs possèdent les connaissances et les compétences nécessaires pour effectuer leur travail de manière sûre et efficace.

### 5) Préparer ses différents plans (Entrepreneur)

Pour mener à bien un projet de démantèlement, l'entrepreneur doit établir différents plans, par exemple un plan de santé et de sécurité où les objectifs et les procédures sont clairement définis en collaboration avec les travailleurs avant le début des travaux, un plan du site afin de déterminer la pertinence d'utiliser des équipements roulants ou lourds pour faciliter les opérations de déconstruction, un plan d'organisation du travail, un plan de démantèlement, un plan de communication, etc. Ces plans permettent à l'entrepreneur de coordonner efficacement les activités, de respecter les réglementations en vigueur et de garantir le bon déroulement de l'ensemble du projet de déconstruction.

## **Phase Déconstruction :**

### 6) Gérer les matières contaminées par l'amiante, le plomb... (mandater des experts)

Pendant la déconstruction, la gestion des matériaux contaminés par l'amiante, le plomb et d'autres matières dangereuses est d'une importance primordiale pour assurer la santé et la sécurité des travailleurs et de l'environnement. Ces travaux nécessitent l'intervention d'experts spécialisés dans le traitement de ces matières nocives. Des experts seront chargés d'identifier les matériaux contenant ces matières dangereuses, de les retirer en toute sécurité et de les éliminer conformément à la réglementation applicable.

## **Phase post-déconstruction :**

### 7) Inspecter les matériaux (visuelle)

Après avoir terminé la phase de déconstruction, une inspection visuelle des matériaux générés doit être effectuée. Cette inspection a pour but d'évaluer l'état des matériaux, d'identifier d'éventuelles irrégularités ou défauts et de déterminer leur aptitude à la réutilisation, au recyclage ou à la valorisation. Les travailleurs compétents examineront les matériaux en détail.

8) Trier les matériaux et les orienter vers les différentes options (réemploi, recyclage, valorisation, enfouissement)  
Une fois les matériaux examinés, ils doivent être triés selon leurs caractéristiques et leur capacité à être réutilisés, recyclés, valorisés ou enfouis. Cette classification sépare les matériaux qui peuvent être réutilisés ou recyclés de ceux qui doivent être éliminés de manière appropriée. Les matériaux réutilisables peuvent être transférés vers d'autres projets de construction, les matériaux recyclables peuvent être transformés en nouvelles matières premières, les matériaux renouvelables peuvent être utilisés pour produire de l'énergie, tandis que les matériaux non recyclables peuvent être envoyés dans une décharge appropriée.

9) Stocker par lot et étiqueter chaque catégorie matière (description, quantité, couleur, taille, état ...)  
Une fois classés, les matériaux doivent être stockés de manière organisée à l'aide d'un système de classification clair. Chaque matériau doit être regroupé en lots et étiqueté avec des informations telles que la description du matériau, les quantités disponibles, la couleur, la taille, l'état général, etc. Ce marquage et cette organisation facilitent la gestion et la traçabilité des matériaux, permettant une utilisation plus efficace dans les futurs projets.

10) Appeler les acheteurs identifiés au préalable  
Une fois les matériaux triés, stockés et étiquetés, il est temps de contacter les acheteurs préalablement identifiés. Il peut s'agir d'entrepreneurs, d'entreprises de construction ou d'autres parties intéressées par l'achat de matériaux pouvant être réutilisés ou recyclés. En communiquant avec ces acheteurs potentiels, l'équipe de gestion du projet peut négocier des accords d'achat, organiser la logistique de livraison et s'assurer que les matériaux trouvent de nouvelles utilisations appropriées.

Tableau 5.2 Solutions et bonnes pratiques identifiées dans la littérature

## ➤ Phase de pré-déconstruction

Étapes du processus	Solutions/bonnes pratiques	Références
<b>Évaluer le bâtiment*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune opération de déconstruction et aucun essai destructif ne doivent être réalisés avant que la présence d’amiante n’ait été contrôlée</li> <li>• Étude approfondie du site, combinée à un inventaire détaillé des matériaux</li> <li>• Visite informelle du site par une personne compétente, évaluant visuellement les qualités du bâtiment.</li> </ul>	(Deweerd et Mertens, 2020), (Merzen,2002), (Balodis,2017), (Guy, 2006), (Guy et Gibeau, 2003), (Chini et Bruening, 2003)
<b>Réaliser une étude environnementale*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enquête sur le plomb et l’amiante et désamiantage</li> <li>• Faire appel à des experts pour effectuer l’évaluation environnementale</li> </ul>	(Adams <i>et al.</i> , 2017), (Balodis, 2017), (Guy, 2006), (Guy et Gibeau, 2003) (Chini et Bruening, 2003)
<b>Mandater un expert pour réaliser une étude du marché du réemploi*</b>	Effectuer une étude minutieuse du marché et des débouchés existants pour les matériaux à mettre en vente pour matérialiser les bénéfices financiers et environnementaux de la déconstruction	(Koc et Okudan, 2021), (Boyle <i>et al.</i> , 1999), (Chen <i>et al.</i> , 2022)
<b>Rédiger le projet</b>	Débuter tôt avec la planification et inclure toutes les personnes impliquées dans le projet pour éviter de mauvaises négociations ou des défauts de vente et pour laisser un temps suffisant pour le démontage (un plan complet de gestion des matériaux doit être soigneusement préparé et examiné)	(Boyle <i>et al.</i> , 1999), (Lund <i>et al.</i> , 1997)

<b>Afficher l'appel d'offres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recruter une main-d'œuvre adéquate et une équipe organisée pour effectuer la déconstruction.</li> <li>• Tous les participants doivent comprendre les objectifs de valorisation pour assurer le succès de la réutilisation ou du recyclage, car la négligence sur le chantier peut facilement entraîner la destruction ou la diminution de la valeur des matériaux réutilisables ou recyclables</li> <li>• Exiger que l'entrepreneur fournisse un plan de gestion des matières résiduelles du chantier au même moment du dépôt de sa soumission et vérifier la conformité avant l'octroi du contrat</li> </ul>	(Balodis, 2017), (Guy et Gibeau, 2003)
<b>Octroyer le contrat</b>	Prévoir un libellé spécifique du contrat qui identifie clairement l'utilisation finale prévue des divers composants du bâtiment.	(Lund <i>et al.</i> , 1997)
<b>Demander les autorisations / permis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire les demandes de permis plusieurs semaines à l'avance pour éviter le retard des travaux</li> </ul>	(Chini et Bruening, 2003), (Guy et Gibeau, 2003)
<b>Préparer les plans de travail (entrepreneur)*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaborer un plan de santé et de sécurité en s'assurant que les objectifs de confinement de la poussière et des fumées, ainsi que les procédures de nettoyage, soient clairs avec les entrepreneurs et clients avant le début des travaux.</li> <li>• Élaborer un plan du site qui détermine la pertinence d'utiliser de l'équipement roulant ou équipement lourd</li> <li>• Création d'un site Web avec des photos à jour et une description du bâtiment à déconstruire facilitant la recherche de clients pour les matériaux</li> </ul>	(Rocha <i>et al.</i> , 2009), (Lund <i>et al.</i> , 1997), (Balodis, 2017), (Guy et Gibeau, 2003), (Coelho et De Brito, 2011)
<b>Préparer la formation continue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmes éducatifs et formation professionnelle pour les sensibiliser à l'ÉC et diffuser les connaissances sur la construction circulaire, sa mise en œuvre et élargir le marché des matériaux du réemploi</li> <li>• Formation sur site et apprentissages spécialisés (sous-métiers impliqués dans le processus)</li> </ul>	(Chen <i>et al.</i> , 2022), (Guerra et Leite, 2021), (Guy et Gibeau, 2003), (Merzen, 2002), (Lynch <i>et al.</i> , 2022)
<b>Tenir la rencontre de démarrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un formulaire de collecte de données pourrait faciliter l'enregistrement continu de l'activité de la main-d'œuvre/équipement de déconstruction</li> <li>• Un formulaire narratif quotidien pourrait résumer l'activité et les techniques de la journée, ainsi que toutes les entrées et sorties des opérations</li> </ul>	(Guy, 2006)

<b>Phase déconstruction</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enlever soigneusement les matériaux pour conserver leur valeur pour la réutilisation</li> <li>• Une personne compétente doit être sur place en tout temps pendant le projet pour surveillance, apport d'actions correctives</li> <li>• Remplacer le liant pour joindre les briques par des unités en plastique ou en métal, avec le même résultat pour rendre les briques faciles à séparer et à réutiliser.</li> </ul>	(Daley et al., 2007), (Merzen, 2002)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des techniques de déconstruction fiables pourraient s'avérer nécessaires pour optimiser le temps et améliorer la qualité du rendu de la déconstruction (déconstruction manuelle, déconstruction panélysée, etc.)</li> <li>• Les entreprises de déconstruction devraient expliquer la nature de leurs travaux aux agents d'assurance afin que la couverture et les primes qui en résultent reflètent le niveau de risque pour les activités de leurs travailleurs.</li> </ul>	(Guy Bradley, 2006)
<b>Phase post-déconstruction</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Être créatif: vieux sièges de gradin en bois pourraient devenir des étagères ou des marches d'escalier</li> <li>• Organiser le transport: ne travailler qu'avec des entreprises de transport autorisées et agréées qui acceptent de ne pas prélever plus de la moitié de leurs frais à l'avance, le reste étant payé après avoir reçu les reçus officiels des destinations spécifiées</li> <li>• Un centre pour héberger et échanger les matériaux récupérés de la déconstruction, puis les orienter vers les marchés locaux et régionaux</li> <li>• Espace de stockage suffisant pour les matériaux sur site est essentiel pour réduire les pertes</li> <li>• Achat de composants sur le site, plus prometteur pour trouver des composants rares dans les magasins de détail et réduire la probabilité d'endommagement des composants par plusieurs stockages et transferts.</li> </ul>	(Daley et al., 2007), (Guy et Guibeau, 2003), (Lynch et al., 2022), (Rocha et al., 2009), (NAHB Research Center, 2000)

\* Nouvelles étapes à réaliser dans le processus.

### 5.3 Solutions et recommandations d'experts du domaine non impliqués directement dans le projet

Deux rencontres ont eu lieu avec des experts du domaine (membres du Lab Construction - CERIEC), notamment une rencontre virtuelle d'une heure et demie le 23 janvier 2023, ainsi qu'une rencontre physique (atelier de type Kaizen) de trois heures le 17 mars 2023 au Laboratoire de Collaboration Innovante (CoLabInnov) de l'ÉTS (École de Technologie Supérieure). Ces rencontres avaient pour objectifs principaux de présenter l'état d'avancement du projet, les défis rencontrés à chaque phase du processus, les résultats obtenus, ainsi que de recueillir les commentaires et recommandations des participants afin d'enrichir la cartographie du processus améliorée. La rencontre virtuelle du 23 janvier a été organisée par le CERIEC et a réuni la majorité des partenaires et porteurs de projets du Lab Construction. Dix-huit participants provenant de différents secteurs, tels que des organismes publics, des entreprises, des institutions de recherche et des organisations à but non lucratif, ont contribué à ces entretiens. La réunion a commencé par une présentation des objectifs et de la portée du projet de l'équipe solution #15, dont nous portons la dénomination parmi les porteurs de projets du Lab. Ensuite, les résultats préliminaires des volets recherche et terrain ont été présentés, suscitant de nombreuses questions et recommandations constructives. L'atelier du 17 mars, organisé par l'équipe solution #15 et le CERIEC, a réuni douze personnes, dont six partenaires (experts et porteurs de projet) du Lab Construction. L'atelier a débuté par une mise en contexte et un rappel de l'état d'avancement présenté lors de la réunion du 23 janvier, puis s'est poursuivi avec une présentation des résultats du projet dans les volets recherche, à travers les différents livrables produits jusqu'à ce moment-là (six au total). Les principaux objectifs de cet atelier étaient d'identifier des solutions aux différents défis rencontrés lors de la déconstruction sur le terrain gaspésien, de renforcer celles déjà identifiées, de prioriser les solutions et d'améliorer la cartographie du processus bonifiée grâce aux apports de la promotrice, de l'entrepreneure et de la littérature. Ces solutions ont été classées selon une matrice d'efforts-bénéfices (voir Figure 5.2), distinguant quatre couleurs : le vert pour les solutions incontournables (à mettre en œuvre de manière impérative), l'orange pour les solutions à fort potentiel (à planifier dans les temps), le bleu pour les solutions à gains rapides (à réaliser si les ressources sont disponibles) et le rose pour les solutions non prioritaires (qui ne doivent pas figurer dans le plan d'action). Le blanc traduit que ces solutions ne correspondent à aucune option de la matrice. Pour donner suite à cet atelier, nous avons établi un tableau des recommandations formulées par les experts, liées directement aux défis rencontrés sur le terrain, ainsi qu'un tableau de recommandations générales, indépendantes du projet, qui pourraient être utiles pour de futurs projets. Ces recommandations sont présentées dans le tableau 5.3.



Figure 5.1 Atelier de priorisation des solutions au CollabInnov

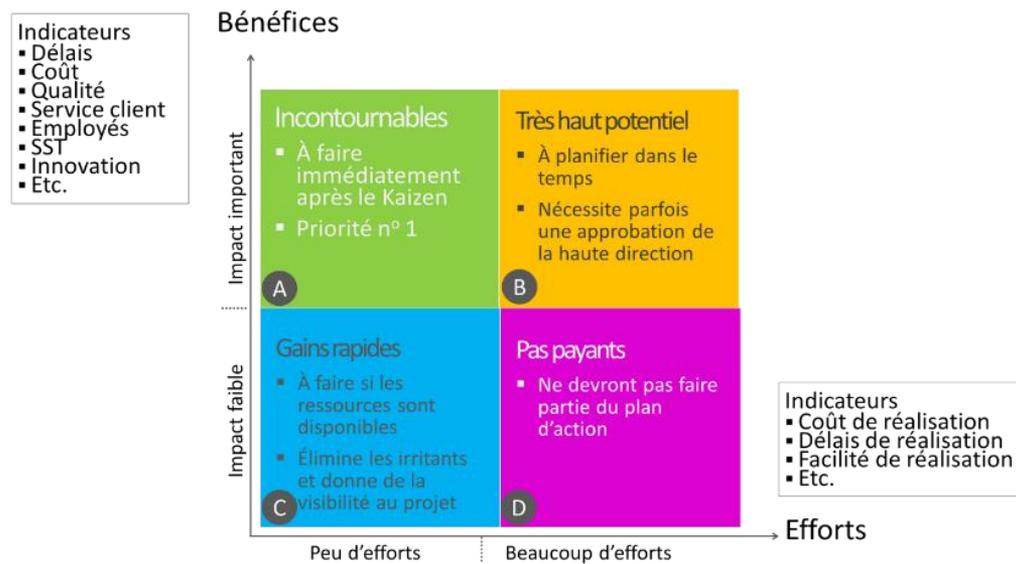


Figure 5.2 Matrice Efforts-Bénéfices

Source : Introduction au Lean, Équipe d'amélioration continue - CIUSSS du Centre-Sud-de-l'île-de-Montréal

Tableau 5.3 Solutions et recommandations d'experts du domaine non impliqués directement dans le projet

## ➤ Solutions / recommandations pour la phase de pré-déconstruction

Étape du processus	Solutions / recommandations	Priorité	Réalisé ?
Rédiger les clauses d'appels d'offres et les devis	Fournir les documents techniques dans les appels d'offres	9	
	Inclure dans le devis : Le diagnostic Les aspects économiques et de rentabilité Le bonus lié aux cibles de réemploi, si applicable La traçabilité des matériaux Le tri sélectif (exemple : sous forme de carte de compétences/critères)		
	Définir et ajouter les bénéfices économiques et sociaux attendus dans la liste des indicateurs		
	Prévoir la déconstruction dans l'échéancier / Budget des travaux	11	
Octroyer le contrat	Entrepreneur : Communiquer les objectifs et les impacts positifs du projet aux employés sur le terrain Fournir un plan de gestion	12	Oui en partie par la promotrice
	Prévoir du soutien d'experts pour la formation des entrepreneurs et travailleurs sur la déconstruction	13	
Préparer les outils de suivi matières et travaux	Prévoir le kit de départ / matériel adéquat : Un document technique sur l'entreposage des matériaux Un classeur qui regroupe toutes les informations nécessaires à l'équipe du chantier	14	Oui en partie par la promotrice

## ➤ Solutions / recommandations pour la phase de déconstruction

Étape du processus	Solutions / recommandations	Priorité	Réalisé ?
Mobiliser ou préparer le site	Mettre en place des outils visuels clairs et permanents sur les chantiers comme références pour travailleurs / signalétique claire et efficace (Couleurs de ruban, autocollants, bennes de couleur, code couleur, etc.)	15	Oui en partie par la promotrice

	Sensibiliser l'équipe de chantier à l'importance de la logistique sur chantier	16	Oui en partie par la promotrice
Compléter les registres au quotidien	Compléter les registres par commande vocale au lieu d'écrire Réaliser un suivi régulier avec l'entrepreneur, -flexibilité + disponibilité pour régler rapidement les problèmes sur chantier / privilégier une bonne communication	17	Oui en partie par la promotrice
	Documenter les bénéfiques au niveau social et économique	18	
	Prévoir la déconstruction dans l'échéancier / Budget des travaux	19	
Gérer les mouvements matières	Attitrer un responsable à la gestion des matières / dégager une ressource pour la gestion du flux chez le donneur d'ouvrage et l'entrepreneur	20	Oui en partie par la promotrice
	Entreposage : Prévoir un entrepôt de transition + transport (logistique) / entreposage temporaire Choisir le bon mode pour préserver la qualité du matériau Numériser les matériaux et transférer des données au nouveau propriétaire pour attestations Programmer des collectes de matériaux en continu Prévoir une zone tampon pour les matières non ciblées par une filière	21	Oui en partie par la promotrice
	Développer une solution de traçabilité sur une application mobile des matériaux et conteneurs	22	Oui avec la promotrice et Straetzer
	RENO-RUN / plan d'affaires : transport / route de collecte	23	
Conditionner, trier et classer les sections	Identifier un lieu dédié pour effectuer le démantèlement – sur site ou hors site / plateau d'insertion sociale pour le conditionnement (Réduction de coûts)	24	
	Prioriser les matériaux à forte valeur de réemploi et économiques	25	
Démobiliser main-d'œuvre et outillage	Rédiger un document synthèse de sensibilisation avec équivalent GES évités, ou autres impacts	26	

➤ **Autres solutions / recommandations ne s'appliquant pas au processus**

Catégories	Solutions	Priorité	Réalisé ?
Formations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fournir des exemples concrets de valorisation aux travailleurs dès le début (donner un sens à leur geste)</li> <li>• Communiquer les objectifs et les impacts positifs du projet aux employés terrain (Motivation)</li> <li>• Former les étudiants aux pratiques de déconstruction pour qu'ils le fassent une fois sur le marché du travail (formation spécifique professionnelle / technique entrepreneurs)</li> <li>• Employés issus réinsertion économie sociale</li> <li>• Handicap</li> </ul>	<b>27</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exemple : clarifier les enjeux santé-sécurité liés à la déconstruction et sensibiliser</li> <li>• Impliquer les organismes régionaux de mobilisation (Ex : CRE/RNCREQ)</li> </ul>	<b>28</b>	
Outils	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRE Montérégie</li> <li>• Boîte à outils en construction</li> <li>• Mise en commun de tous les outils pour éviter que chaque projet parte de zéro</li> </ul>	<b>29</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayonnement des initiatives + reconnaissance des acteurs</li> <li>• Registre de référence technique sur le potentiel des matériaux / outil précisant les débouchés existants pour les matières sur le territoire</li> <li>• Fiches par filière de réemploi</li> </ul>	<b>30</b>	Oui en partie
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devis-type ; Boîte à outils = conception travaux</li> <li>• Guide des matériaux types disponibles sur un chantier</li> </ul>	<b>31</b>	
Conception	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir la déconstruction dans l'appel d'offres</li> <li>• Impliquer l'entrepreneur de déconstruction dès la conception pour les constructions temporaires</li> <li>• Effectuer une traçabilité dès la conception</li> </ul>	<b>32</b>	
Autres solutions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer un argumentaire pour convaincre les décideurs</li> <li>• Bien choisir les fournisseurs</li> <li>• S'assurer de savoir si la matière va prendre la bonne destination (traçabilité)</li> <li>• Ne pas restreindre le marché en mettant plein de clauses dans le devis</li> <li>• Inclure et prendre des photos</li> <li>• Diagnostic ressources des matériaux,</li> <li>• Commencer avec un seuil de réemploi raisonnable et le bonifier au fur et à mesure</li> </ul>	<b>33</b>	

## 5.4 Cartographie du processus de déconstruction bonifié

La cartographie du processus bonifié présente les améliorations émanant des solutions / recommandations (terrain, littérature et experts) et appliquées au processus de déconstruction existant.

L'identification des opportunités d'amélioration a également permis de mettre en évidence les étapes où une meilleure coordination non seulement entre l'entrepreneur, les manœuvres et la promotrice est nécessaire, mais aussi entre la promotrice et les organismes de financement. Les informations clés (étapes bonifiées) ont été représentées via les figures 5.3, 5.4 et 5.5 par une couleur mauve permettant d'identifier clairement les étapes ajoutées des étapes actuelles qui sont d'apparence bleu et vert. Ces figures illustrent une version simplifiée de la cartographie détaillée du processus bonifié. Pour une vue d'ensemble complète de la cartographie de processus améliorée en lien avec les trois phases, se référer à l'**annexe IV**.

### 5.4.1 Cartographie simplifiée du processus bonifié de la phase de pré-déconstruction

A Pour rappel, le processus commence lorsque les mandataires du projet (clients) expriment le besoin d'une déconstruction axée sur le réemploi des matériaux, et il se termine par l'exécution des opérations. Après avoir reçu ce besoin de déconstruction, il est recommandé de mandater différents experts pour réaliser une étude de faisabilité, une étude de marché sur le réemploi des matériaux, ainsi qu'une étude environnementale avant de rédiger la demande de réalisation du projet. Il est également recommandé que, avant d'entamer les opérations, l'entrepreneur élabore ses différents plans et assure la formation des travailleurs en ce qui concerne les types de matériaux, leurs destinations, ainsi que les éléments favorisant le réemploi, etc. La figure 5.3 présente une représentation graphique de la séquence d'activités correspondante.



Figure 5.3 Cartographie simplifiée du processus bonifié (pré-déconstruction)

#### 5.4.2 Cartographie simplifiée du processus bonifié de la phase de déconstruction

Pour rappeler, il convient de noter que le processus débute par l'organisation des opérations par l'entrepreneur et se conclut par la démobilisation de la main-d'œuvre et des équipements. Une fois que le site est préparé, il est recommandé de faire appel à des travailleurs expérimentés pour retirer les matériaux contaminés et les stocker dans des conteneurs dédiés. Une fois que tous les contaminants ont été éliminés, l'étape suivante consiste à aménager le site afin de faciliter le stockage, l'emballage et le transport sur place. Ce n'est qu'après cela que la déconstruction non structurale et structurale peut être entreprise. La figure 5.4 présente une représentation graphique illustrant la description simplifiée de cette cartographie améliorée du processus de déconstruction.

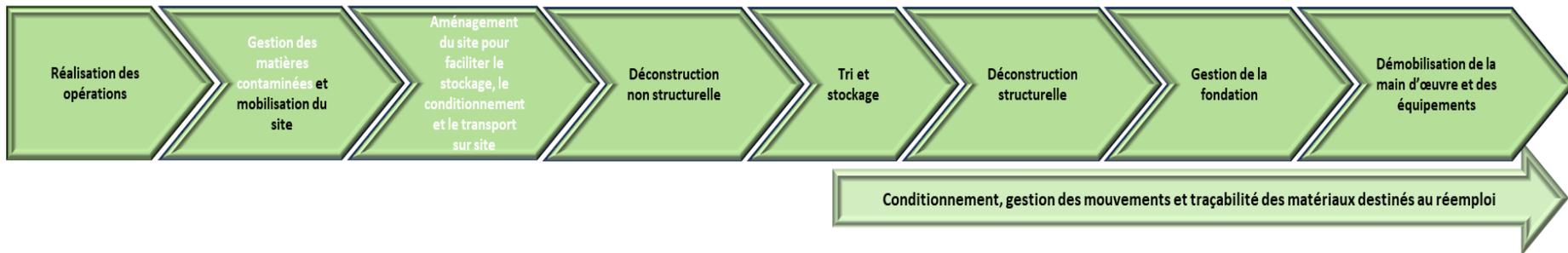


Figure 5.4 Cartographie simplifiée du processus bonifié (déconstruction)

#### 5.4.3 Cartographie simplifiée du processus bonifié de la phase de post-déconstruction

Selon les diverses recommandations, il est suggéré que le processus débute par une inspection visuelle des matériaux, suivie de leur tri et de leur orientation vers différentes options telles que le réemploi, le recyclage, la valorisation ou l'enfouissement. Après la mise à jour de l'inventaire des matériaux destinés au réemploi, la promotrice devrait veiller à leur stockage et à leur tri par lots. Ensuite, les lots devraient être étiquetés en fonction de leur catégorie de matière, incluant leur description, quantité, couleur, taille, état, etc. La promotrice devrait ensuite solliciter les acheteurs identifiés lors de la phase de pré-déconstruction avant de procéder à la vente des matériaux réutilisables. Une fois la date limite de vente atteinte, elle devrait s'assurer du nettoyage et de la fermeture du site avant de finaliser les étapes administratives et de diffusion. La figure 5.5 présente une schématisation du processus amélioré tel que décrit.

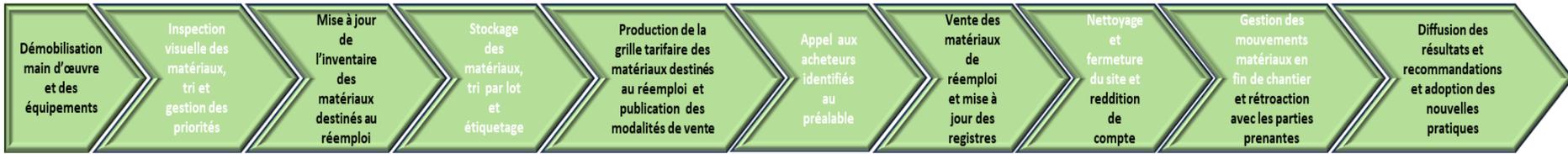


Figure 5.5 Cartographie simplifiée du processus bonifié (post-déconstruction)

## CONCLUSION

La déconstruction est considérée comme une alternative plus viable que la démolition traditionnelle tant au niveau technique, financier et environnemental. Concernant notre cas d'étude en Gaspésie, où un projet de déconstruction orienté vers le réemploi des matériaux a vu le jour pour la première fois dans la région, les commentaires recueillis sont positifs et les résultats sont concluants. La capacité de réalisation de l'entrepreneur a été confirmée et des retombées locales ont été constatées. Selon la DG de la RITMRG, les coûts associés à la déconstruction des deux sites gaspésiens sont équivalents ou inférieurs à ceux qui auraient été générés par la démolition traditionnelle. De plus, elle a constaté une réduction substantielle des quantités de matières dirigées vers l'enfouissement. Plusieurs défis et enjeux ont été rencontrés pendant la planification et le déroulement des travaux. Les enjeux identifiés dans la littérature scientifique mériteraient également une attention particulière du fait qu'ils pourraient être rencontrés dans d'autres projets. Nous pouvons citer, à titre d'exemple, la lenteur d'exécution des travaux, des coûts élevés, un besoin en main-d'œuvre spécialisée, des problèmes d'assurance et de garantie liés à l'utilisation de matériaux en fin de vie, des risques de santé et de sécurité et des risques liés au transport des matériaux destinés au réemploi. Parmi les meilleures pratiques recommandées dans la littérature, on peut noter la sensibilisation des organismes gouvernementaux et de la population à l'ÉC, ainsi que la mise en place d'un calendrier d'exécution des activités. Il est également recommandé d'organiser le travail en fonction de trois types de compétences (retrait, déclouage et transport) en se basant sur les sept principes de déconstruction des samourais de Pete Hendrick selon Guy et Guibeau (2003). Des programmes éducatifs et des formations professionnelles pour la main-d'œuvre sont également préconisés afin d'élargir le marché des matériaux renouvelables. La création d'un site Web dédié au projet de déconstruction, incluant des photos à jour et une description détaillée du bâtiment à déconstruire, facilitera la recherche de clients intéressés par l'achat des matériaux récupérés lors de la déconstruction, entre autres mesures.

La question de recherche portait sur la détermination du processus de déconstruction à mettre en œuvre pour maximiser le réemploi des matériaux. D'après les différentes études consultées, il n'existe pas de processus unique pour la déconstruction de bâtiments. La mise en œuvre d'un processus dépend principalement de l'orientation souhaitée pour la déconstruction ainsi que des caractéristiques spécifiques du bâtiment à déconstruire. Il est important de noter que quatre étapes clés reviennent constamment dans les différentes études : l'inventaire du bâtiment, les études environnementales, la sécurité et la formation des travailleurs, ainsi que la séquence des opérations de déconstruction. Ces étapes sont incontournables et doivent être prises en compte dans les futurs projets pour une déconstruction efficace.

La prochaine étape de ce projet de recherche se concentrera sur l'optimisation de la logistique des flux de matériaux (sur les sites et entre les sites et les différentes destinations des matériaux) et la création d'un outil d'aide à la décision pour la planification de ces flux. L'article de Ding et al. (2023) présente une revue systématique de la littérature sur la logistique inverse dans le domaine de la construction, ce qui constitue une excellente ressource pour connaître l'état de l'art dans ce domaine.

# ANNEXE I

## REPRÉSENTATION DE LA FICHE A3 ÉTABLIE DANS LE CADRE DU PROJET

<b>TITRE :</b> Mise en place d'un processus de déconstruction pour maximiser le réemploi des matériaux			<b>DATE / VERSION :</b> 17/02/2023, Version : 3		
<b>DÉBUT :</b> 04/2023	<b>FIN :</b> 05/2023	<b>Entreprise :</b> RITMRG / ETS / CERIEC / NUMERIX	<b>Équipe :</b> Nathalie Drapeau, Tasseda Boukherroub, Audrey Ngammi T., Héléne Gervais		

<b>RAISON DE L'ACTION</b>					
Dans le domaine de la Construction Rénovation Démolition (CRD), les pratiques ne sont pas adaptés aux principes de l'économie circulaire (EC). Cela conduit à ce que les matériaux sont consommés comme des ressources à usage unique.					
<b>CONDITION ACTUELLE</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Démolition courante</li> <li>Volume élevé des matériaux dirigés vers l'enfouissement</li> <li>Augmentation de la consommation des ressources vierges</li> <li>Capacité limitée à répondre à la demande</li> <li>Coût élevé des ressources vierges</li> <li>Coût élevé de gestion des matières résiduelles (extraction, transport, transformation, distribution)</li> <li>Augmentation de l'empreinte écologique (extraction, transport, transformation, distribution)</li> <li>Matières non disponibles pour réemploi de proximité</li> </ul>					
<b>CIBLE/OBJECTIFS DE PERFORMANCE</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prolonger la durée de vie des ressources par le réemploi</li> <li>Se doter d'un processus de déconstruction efficace qui favorise le réemploi</li> <li>Se doter d'outils d'aide à la décision pour la gestion d'un projet de déconstruction (planification, exécution et contrôle)</li> </ul>					
<b>ÉTENDUE DU PROJET</b>					
<b>Inclus</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>2 sites présentant 5 bâtiments à déconstruire (Chandler et Grande-Rivière)</li> <li>Ecole de permaculture qui doit recevoir des matériaux de réemploi issus des 2 sites</li> </ul>					
<b>Exclus</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Modifier la réglementation en lien avec les matières valorisables</li> <li>Transporter les matières valorisables à l'extérieur du territoire de la Régie</li> </ul>					
<b>CARTOGRAPHIE SIMPLIFIÉE DU PROCESSUS ACTUEL</b>					
<p><b>Phase de pré-déconstruction</b></p> <p><b>Phase de déconstruction</b></p> <p><b>Phase de post-déconstruction</b></p>					
<b>ENJEUX RENCONTRÉS ET SOLUTIONS PRIORITAIRES</b>					
<b>Étapes du processus</b>	<b>Enjeux</b>	<b>Solutions / Recommandations</b>			
<b>Phase pré-déconstruction</b>					
<b>Étude de faisabilité et rédaction du projet</b>	Résultats de l'inventaire des matériaux avant début du projet pas assez précis et fiabilité de l'évaluation difficile à obtenir Contenu de la fiche pas toujours compris des décideurs (objet, résultat)	Étude initiale approfondie du site, combinée à un inventaire détaillé des matériaux Faire appel à un.e expert.e pour réaliser l'inventaire du bâtiment (nouveaux bâtiments) avant de réaliser le projet Établir une fiche technique au départ contenant toutes les informations (inventaire matériaux) et du bâtiment			
<b>Rédaction de devis et affichage de l'appel d'offre</b>	Peu de références techniques alors qu'il faut identifier des clauses adaptées Le modèle de devis actuel est complexe ce qui peut décourager les soumissionnaires potentiels	Développer un guide proposant des exemples de clauses techniques Élaborer un devis simplifié et allégé répondant aux exigences des donneurs d'ouvrage tout en étant « attractif » pour des soumissionnaires potentiels Prévoir déconstruction dans échéancier.. budget travaux			
<b>Ocrotte de contrat</b>	Incompréhension des objectifs du projet par l'entrepreneur	Prévoir un libellé spécifique du contrat qui identifie clairement l'utilisation finale prévue des divers composants du bâtiment. Entrepreneur : fournir un plan de gestion			
<b>Demande des autorisations et permis, préparation des outils</b>	Des délais importants entre les demandes de permis et l'octroi des autorisations Méconnaissance liées au territoire et ses options d'accueil et de traitement des matières Manque de disponibilité, créativité et d'adaptabilité des outils existants	S'y prendre plusieurs semaines à l'avance Répertorier les filières de traitement pour les différentes matières et les partager avec les parties prenantes Créer une boîte à outils flexible et adaptée pour faciliter le suivi terrain			
<b>Formation des équipes</b>	Connaissances concernant les matériaux réutilisés trop faibles et méconnaissance des pratiques de négociations	Soutien d'experts pour la formation des entrepreneurs et travailleurs sur la déconstruction			
<b>Phase déconstruction</b>					
<b>Mobilisation du site</b>	Bâtiment abandonné trop longtemps: Impact au niveau CNESST quant à l'accès par les employés Bâtiment situé sur un terrain entouré par un autre terrain requérant des autorisations Équipements roulants non disponibles ou insuffisant (skytrack et autres)	Inviter les villes à limiter ou encadrer les délais liés à l'abandon de bâtiments et adopter un plan d'action à cet effet Clarifier avec le donneur d'ouvrage tous les enjeux d'accès et de circulation avant d'octroyer le contrat Prioriser la réservation des équipements dès l'octroi du contrat			
<b>Déconstruction non structurale</b>	Manque de rigueur, de temps et d'une bonne compréhension de l'entrepreneur ce qui peut générer des pertes de données ou d'informations	Accompagner l'entrepreneur au quotidien en repassant les registres et en les complétant avec lui			
<b>Conditionnement, mouvement et traçabilité des matériaux au réemploi</b>	Manque d'espaces d'accueil pour les matériaux et pour la circulation des machineries Suivi incomplet du mouvement des conteneurs s'il y a beaucoup de sorties matières Manque de traçabilité liée au mouvement des matières	Identifier les espaces en début de projet et prévoir un affichage clair en commun accord avec le contremaître de chantier Assurer une compilation et une validation des registres régulière voire quotidienne et une bonne coordination avec le surintendant de chantier Identifier une personne dédiée à la traçabilité du mouvement des matières			
<b>Déconstruction structurale</b>	Difficulté à identifier les matières et leur destination puis les quantifier + priorisation Vigilance des employés quant à la sécurité au travail considérant les interventions en hauteur, en pente, avec des outils coupants Règles actuelles limitantes Manipulation difficile des sections et panneaux	Débuter les travaux par une visite du site avec l'entrepreneur et identifier les matières ciblées et confirmer leur destination Valider avec l'entrepreneur, avant le début, l'approche qu'il compte privilégier, les outils utilisés. Sensibiliser toute l'équipe au respect des directives de CNESST tout en conservant l'intégrité maximale des matériaux Clarifier régulièrement les matériaux prioritaires à conditionner, les objectifs et cibles visés Prévoir occasionnellement l'utilisation de machinerie pour déplacer les matériaux			
<b>Phase post-déconstruction</b>					
<b>Réaliser la réédition de comptes</b>	Manque de données et d'informations Plusieurs livrables aux formats différents à produire	Privilégier l'implication régulière et soutenue du responsable de la collecte des informations Démarrer avec des outils de compilation fonctionnels et bien arrimés avec les livrables de départ			
<b>MESURER LA PERFORMANCE</b>					
<b>Indicateurs</b>	<b>Constat actuel (démolition)</b>	<b>Cible</b>	<b>Résultats</b>		<b>Précisions</b>
			<b>Chandler</b>	<b>Grande-Rivière</b>	
Matières enfouies	95 %	20 %	16 à 22 %	16%	
Matières valorisées	5 %	20 %	14 à 74 %	14%	Le site de Chandler présentait un taux de contamination important
Matières au réemploi	0 %	60 %	4 à 70 %	70%	Certains sites comme celui de Grande-Rivière sont favorables
Réduction de la consommation de nouvelles ressources grâce au réemploi	5 %	60 %	35 %	70%	Si on considère la moyenne des deux sites. Mais le site de Grande-Rivière à lui seul représente 70 %
Temps d'utilisation machinerie	100 %	20 %	0 à 35 %	0%	Si on considère la moyenne des deux sites, 14 % de temps d'utilisation de machinerie
Économie de Km parcourus	5 %	80 %	84 %	89%	4111 km parcourus au lieu de 26 862 km si on avait procédé à 100 % de démolition
Écart de coût par rapport à la démolition	-	-	6 172 \$	2 496 \$	Tous les revenus potentiels ne sont pas comptabilisés (ventes à poursuivre)
Création d'emplois	-	-	0.5	2	Création d'une nouvelle catégorie d'emploi : le conditionnement
Fierté, image	-	-	Amélioration modérée	Amélioration importante	Satisfaction des donneurs d'ouvrages, engagement employés
<b>CARTOGRAPHIE SIMPLIFIÉE DU PROCESSUS BONIFIÉ</b>					
<b>Phase de pré-déconstruction</b>					
<b>Phase de déconstruction</b>					
<b>Phase de post-déconstruction</b>					

\* Les solutions présentées dans ce tableau représentent les plus communes et déployées

Figure I.1 Fiche A3





## CARTOGRAPHIE DU PROCESSUS – Phase déconstruction

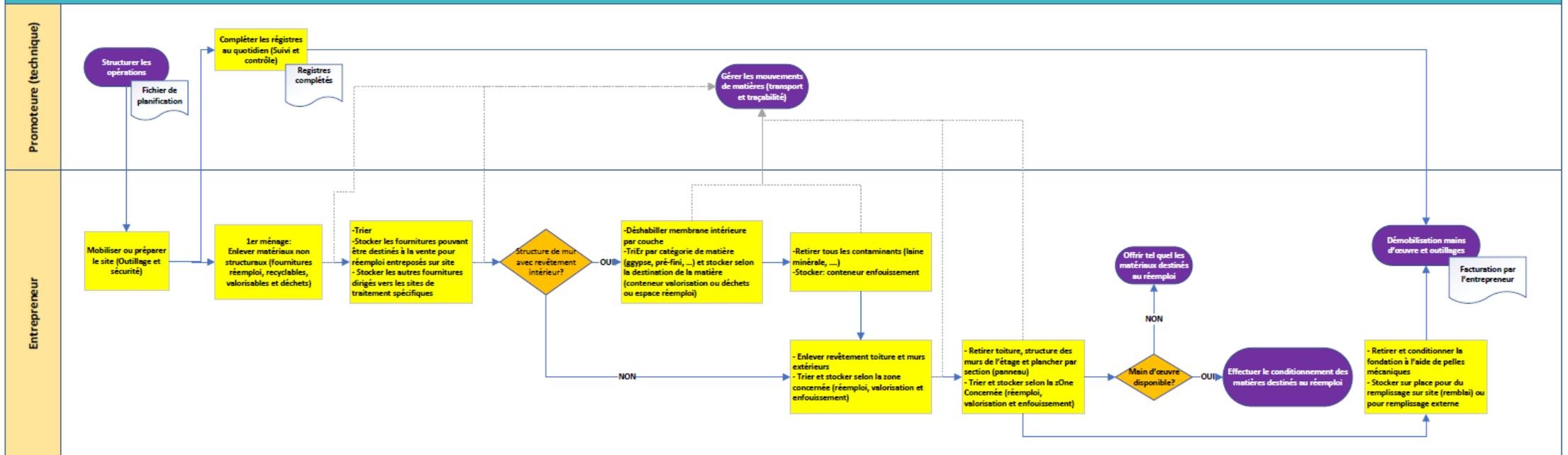


Figure II.2 Cartographie du processus actuel (déconstruction)

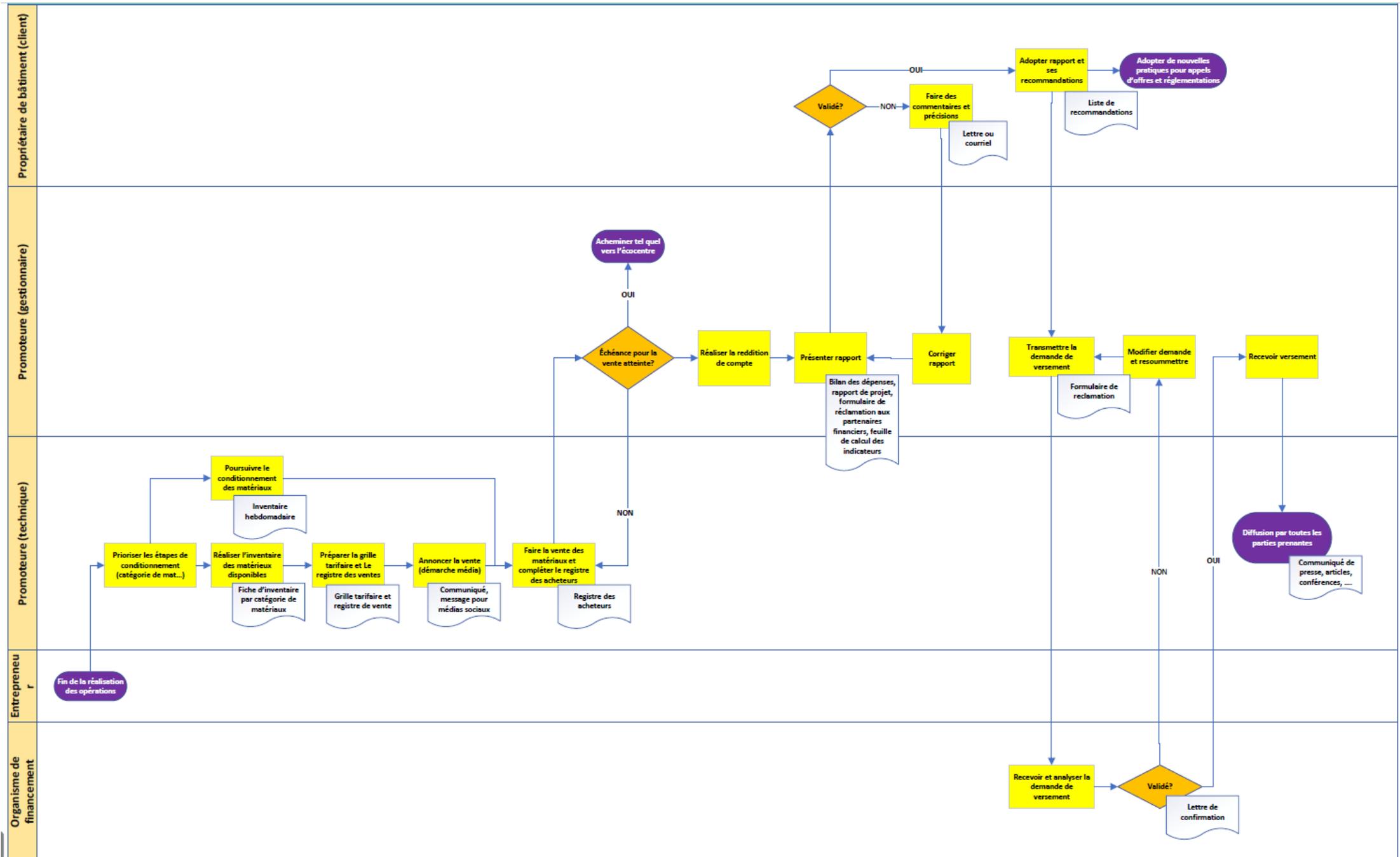


Figure II.3 Cartographie du processus actuel (post-déconstruction)



## ANNEXE III

### FICHE DE SONDAGE DE L'ENTREPRENEUR

Duguay Sanitaire (entrepreneur ayant réalisé des projets de déconstruction)  
Monsieur Christian Duguay – le 5 avril 13h00

Une mise en contexte est présentée soit obtenir l'avis d'un entrepreneur quant à deux approches de gestion pour le bâtiment Bistro Cyr : démolition ou déconstruction.

#### Quelle serait la méthode employée à première vue ?

Démolition et disposition à l'enfouissement	Déconstruction visant à réemployer ou valoriser les matières
Travaillera en grugeant de l'intérieur après avoir démolit l'annexe arrière	Travaillera par sections ou pans de mur en commençant par l'est
Utilisera 2 pelles mécaniques	Utilisera des équipements mobiles (skytrak, scissor lift, outils) Utilisera une pelle mécanique temporairement pour tenir la façade
Prévoit 4 employés avec cartes de compétences	Prévoit 3 employés avec cartes de compétences
Anticipe au moins 2 semaines de travail	Anticipe entre 6 à 8 semaines

#### Quelle serait la destination des matières observées sur le site selon l'option ?

Matière	L'approche « Démolition »	L'approche « Déconstruction en vue du réemploi »
Bois (toit)	La démolition par pelle empêche et réduit de façon importante toute possibilité de valorisation.  Les résidus sont déposés dans un conteneur et destinés à l'enfouissement.  L'entrepreneur estime environ 30 à 40 conteneurs destinés à l'enfouissement	Réemploi
Bois (murs)		Réemploi
Bois (planchers)		Valorisé
Bardeau		Valorisé
Brique		Valorisée ou Réemploi
Parement vinyle		Réemploi
Gyroc		Réemploi ou valorisé
Préfini		Valorisé
Couvre-plancher		Enfoui (contaminé par pigeons)
Feuille de venir		Réemploi
Plafonds (tuiles)	Valorisé, réemploi à valider	
Plomberie	Valorisé, réemploi partiel	
Chauffage	Valorisé, réemploi partiel	
Amiante	Enfoui (petite partie)	
Soffite	Enfoui (endommagée)	
Laine minérale	Enfoui	
Membrane	Valorisée	
Ameublement	Enfoui ou valorisé	Réemploi ou valorisé
Portes	Valorisées partiellement	Réemploi ou valorisé
Fenêtres	Enfouies	Réemploi ou valorisé
Réservoirs	Sortis et valorisés au métal	Réemploi ou valorisé
Tôle	Valorisée au métal	Réemploi ou valorisé

#### Quels sont les risques, enjeux, défis qui sont anticipés par l'entrepreneur ?

1. Assurer un espace de travail sécurisé. Il y a des bâtiments de chaque côté et la façade donne directement sur la rue. Donc il faut prévoir une zone bien définie, bien identifiée et un avis à la population
2. Pour la main d'œuvre, la déconstruction requiert une équipe organisée, avec du jugement, une bonne expérience et une bonne coordination
3. La durée des travaux est nécessairement plus longue dans un contexte de déconstruction. Il faut donc s'assurer d'une main d'œuvre disponible. C'est aussi plus difficile à évaluer et plus sujet à être affecté par les intempéries
4. Quel sera le niveau de contamination considérant que la toiture est incomplète et l'accès des pigeons

Bien qu'il ait réalisé quelques projets de déconstruction déjà, l'entrepreneur serait très ouvert à bénéficier de « coaching » dans ce type de projet.

Tableau III Fiche de sondage ou d'entrevue auprès de l'entrepreneur

ANNEXE IV

CARTOGRAPHIE BONIFIÉE DU PROCESSUS DE DÉCONSTRUCTION

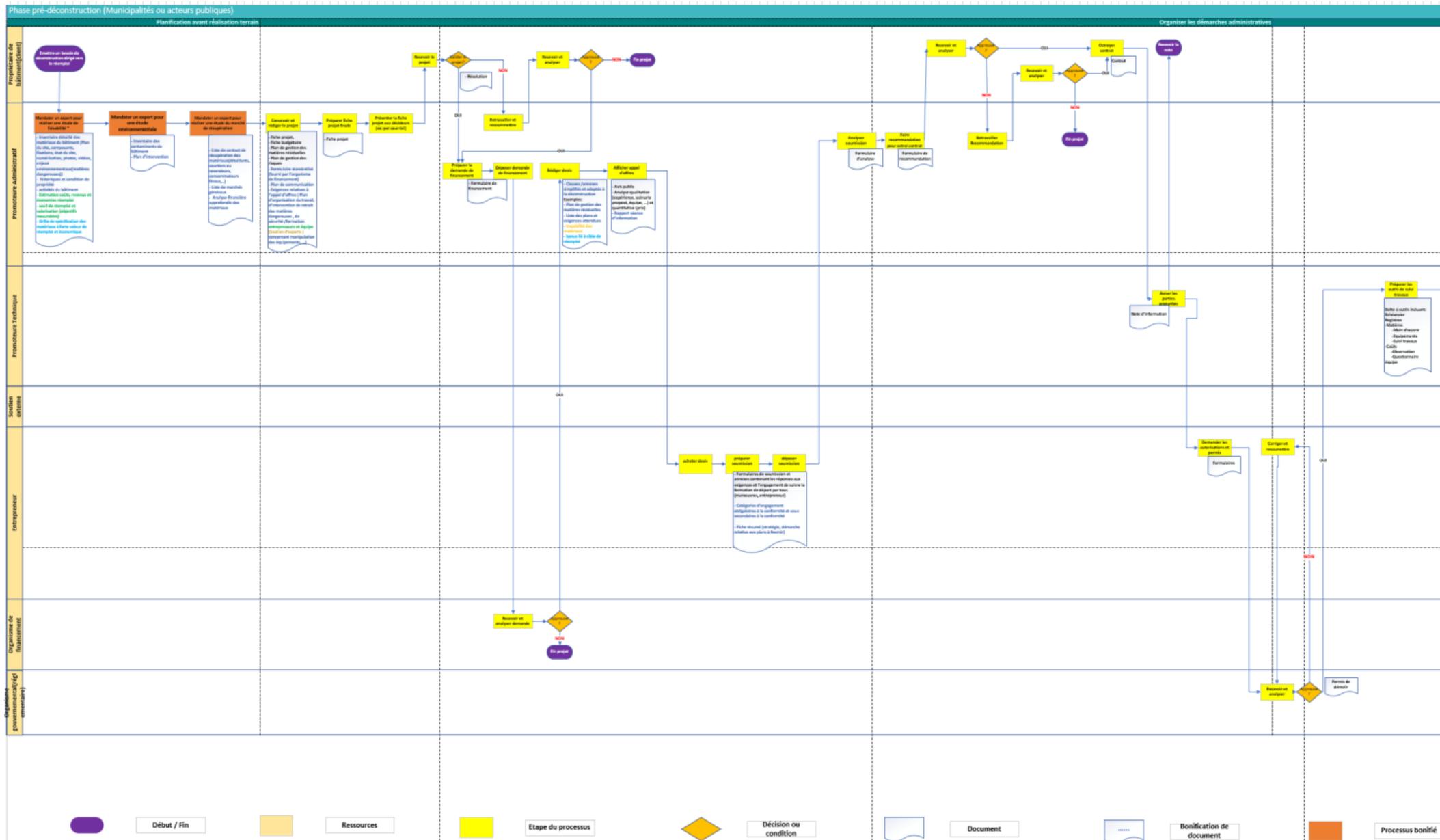


Figure IV.1 Cartographie du processus bonifié (pré-déconstruction)

## Cartographie de processus

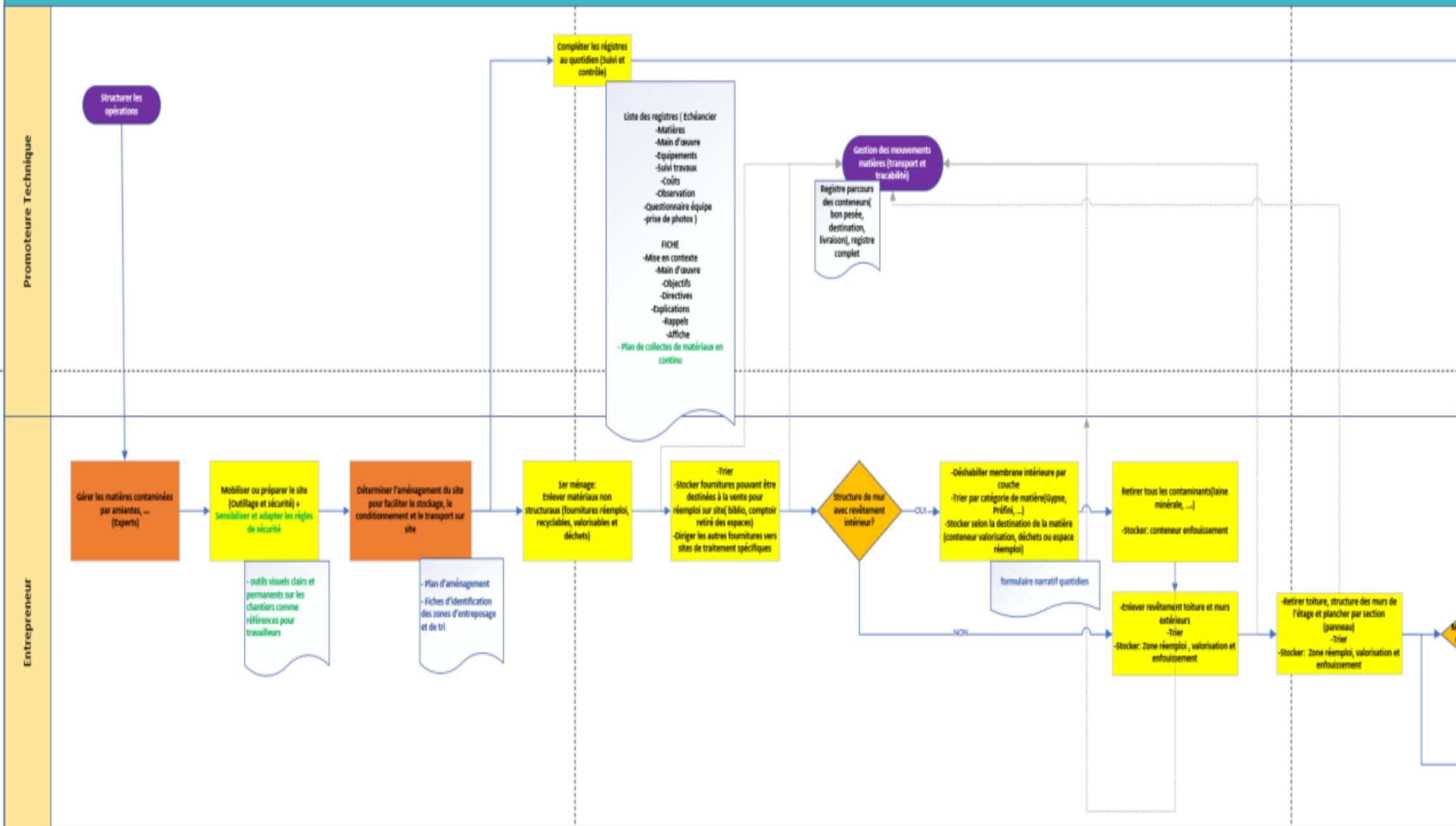


Figure IV.2 Cartographie du processus bonifié (déconstruction)

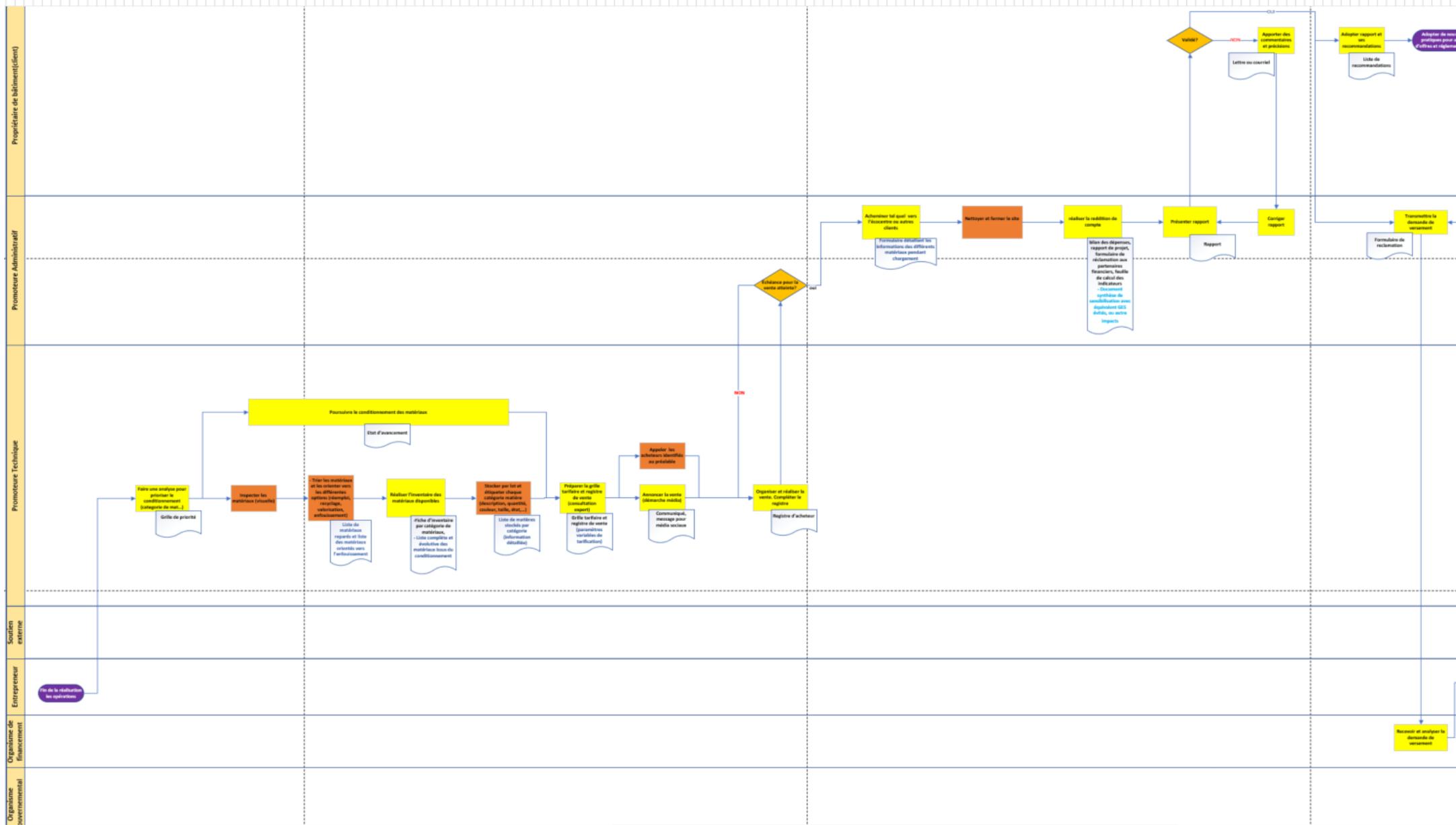


Figure IV.3 Cartographie du processus bonifié (post-déconstruction)

## LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adminbat. (2022, 31 mai). Le Lean Management en construction. Batiadvisor. <https://batiadvisor.fr/lean-management/>
- Adams, K. P., Osmani, M., Thorpe, T., & Thornback, J. (2017). Circular economy in construction: current awareness, challenges, and enablers. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 170(1), 15-24.
- Ahmed, M. E. A., & Sing, W. L. (2020). The Strategies of Lean Planning at Selected Construction Sites in Klang Valley, Malaysia: A Structural Equation Modeling Approach - ProQuest. *Journal jordanien de génie civil*. <https://www.proquest.com/openview/ec9caba9cd963f21a7240a296242dc4e/1?cbl=2035891&pq-origsite=gscholar&parentSessionId=a4i4FeHPmnDClwyzESuX3A%2BSUg4II90jbaLQgBlxETw%3D>
- Akinade, O., Oyedele, L., Oyedele, A., Davila Delgado, J. M., Bilal, M., Akanbi, L., Ajayi, A., et Owolabi, H. (2020). Design for deconstruction using a circular economy approach: Barriers and strategies for improvement. *Production Planning & Control*, 31(10), 829-840.
- Balodis, T. M. H. (2017). Deconstruction and Design for Disassembly: Analyzing Building Material Salvage and Reuse. *CURVE*. <https://curve.carleton.ca/75676d84-d07f-41e0-951e-cb93c90a7d5d>
- Batiscript. (2023, 31 mars). Lean Construction : Place au chantier réhumanisé ! BatiScript. <https://www.batiscript.com/lean-management-construction/>
- Benachio, G.L.F., Freitas, M.D.C.D., & Tavares, S.F. (2021). Interactions between Lean Construction Principles and Circular Economy Practices for the Construction Industry. *Journal of the Construction Division and Management*, 147(7).
- Boukherroub, T., Ouellet, L., Lemay, G., Bibeau, N., Thiffault, D., & McNeil, N. (2021). Improving access to frontline psychosocial services for youths in difficulty by using LSS: an action research case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(4), 937-958.
- Boyle, C., Kyle, B. R., & Nesje, A. (1999). Analysis of dismantling vs. Demolition—Vision or reality. In M. A. Lacasse & D. J. Vainer (Éds.), *Durability of Building Materials and Components 8*, Institute for Research in Construction, Ottawa, Canada, pp. 1961-1972

- Castanedo, F. (2015, 13 février). Étude comparative des outils et méthodes du Lean Construction avec les méthodes traditionnelles de planification, projet et produit. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01834298>
- CEE-ONU [Commission Economique des Nations Unies pour l'Europe]. (2012, septembre). Analyse des parties prenantes. <https://tfig.unece.org/FR/contents/stakeholder-analysis.htm>
- Centre de collaboration nationale des méthodes et outils. (2017). Anatomie d'une revue systématique. Consulté en ligne à : <https://www.nccmt.ca/uploads/media/media/0001/01/73aa1e8a9fe220d0456bfb08f35017cf8590b79e.pdf>
- Chen, Q., Feng, H., & De Soto, B.G. (2021). Revamping construction supply chain processes with circular economy strategies: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 335, 130240.
- Chini, A. & Bruening S. (2003). Deconstruction and materials reuse in the United States. [https://www.researchgate.net/profile/Abdol-Chini/publication/228759250\\_Deconstruction\\_and\\_materials\\_reuse\\_in\\_the\\_United\\_States/links/5411a6530cf2b4da1bec60c4/Deconstruction-and-materials-reuse-in-the-United-States.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Abdol-Chini/publication/228759250_Deconstruction_and_materials_reuse_in_the_United_States/links/5411a6530cf2b4da1bec60c4/Deconstruction-and-materials-reuse-in-the-United-States.pdf)
- Coelho, A. L. V., & De Brito, J. (2011). Economic analysis of conventional versus selective demolition - A case study. *Resources Conservation and Recycling*, 55(3), 382-392.
- NAHB Research Center. (2000). A Guide to Deconstruction: An Overview of Destruction with a Focus on Community Development Opportunities. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/5100917\\_A\\_Guide\\_to\\_Deconstruction\\_An\\_Overview\\_of\\_Destruction\\_With\\_a\\_Focus\\_on\\_Community\\_Development\\_Opportunities](https://www.researchgate.net/publication/5100917_A_Guide_to_Deconstruction_An_Overview_of_Destruction_With_a_Focus_on_Community_Development_Opportunities)
- Deweerd, M. & Mertens M. (2020). Guide pour l'identification du potentiel de réemploi de produits de construction. Ecobuild. [https://www.nweurope.eu/media/10130/fr-fcrbe\\_wpt2\\_d12\\_un\\_guide\\_pour\\_lidentification\\_du\\_potentiel\\_de\\_r%C3%A9emploi\\_des\\_produits\\_de\\_construction.pdf](https://www.nweurope.eu/media/10130/fr-fcrbe_wpt2_d12_un_guide_pour_lidentification_du_potentiel_de_r%C3%A9emploi_des_produits_de_construction.pdf)
- Ding, L., Wang, T., & Chan, P. (2023). Forward and reverse logistics for circular economy in construction: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 388, 135981.

- Frenière, E. (2023). Qu'est-ce que la cartographie des processus? BDC.ca.  
<https://www.bdc.ca/fr/articles-outils/operations/efficacite-operationnelle/quest-ce-cartographie-processus>
- Falk, B. (2002). Wood-framed building deconstruction: A source of lumber for construction?  
<https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/pdf2002/falk02a.pdf>
- Fořt, J., & Černý, R. (2020). Transition to circular economy in the construction industry: Environmental aspects of waste brick recycling scenarios. *Waste Management*, 118, 510-520.
- Frisman, P. (2004, décembre 13). Déconstruction de bâtiments. Building deconstruction.  
<https://www.cga.ct.gov/2004/rpt/2004-r-0911.htm>
- Gerardi, J. (2022). Les principes clés de lean construction | ProEst. <https://proest.com/fr-ca/la-construction/processus-de-traitement/lean-construction/>
- Guerra, B., & Leite, F. (2021). Circular economy in the construction industry: An Overview of United States stakeholders' awareness, major challenges, and enablers. *Resources Conservation and Recycling*, 170, 105617.
- Guy, B. (2006). The Optimization of Building Deconstruction for Department of Defense Facilities: Ft. McClellan Deconstruction Project.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/The-Optimization-of-Building-Deconstruction-for-of-Guy/a333b2934195812fad935fed3b328bbe283f6930>
- Guy, B., Gibeau, E.M., (2003). A guide to deconstruction. Florida: Deconstruction Institute.  
<https://www.fairmontwv.gov/DocumentCenter/View/1394/A-Guide-to-Deconstruction?bidId=>
- Koc, K., & Okudan, O. (2021). Assessment of Life Cycle Risks of Deconstruction in Urban Regeneration Projects. *Journal of the Construction Division and Management*, 147(10).
- Lean Construction Institute (LCI). (2022, 7 novembre). Lean Construction | Lean Construction Institute. Lean Construction Institute. <https://leanconstruction.org/lean-topics/lean-construction/>
- Leite, H., Bateman, N. et Radnor, Z. (2020), "Au-delà de l'ostensible : une exploration des obstacles à la mise en œuvre et à la durabilité Lean dans les soins de santé", *Planification et contrôle de la production*, Vol. 31 n° 1, p. 1-18.

- Lund, E.M., Center, N.R., & Yost, P. (1997). Deconstruction, Building Disassembly and Material Salvage: The Riverdale Case Study. NAHB Research Center. <https://p2infohouse.org/ref/50/49858.pdf>
- Lynch, N.J. (2022). Unbuilding the city: Deconstruction and the circular economy in Vancouver. *Environment and Planning A*, 54(8), 1586-1603.
- MacNeil, C. (2022b, octobre 7). Qu'est-ce qu'un diagramme SIPOC ? 7 étapes pour schématiser les processus métier [2022] • Asana. <https://asana.com/fr/resources/sipoc-diagram>
- Mader, D.P. (2008), "Lean six sigma's evolution", *Quality Progress*, pp. 40-48. [http://faculty.mercer.edu/burtner\\_j/documents/leansixsigmaqualityprogress2008.pdf](http://faculty.mercer.edu/burtner_j/documents/leansixsigmaqualityprogress2008.pdf)
- Marzouk, M., Elmaraghy, A., & Voordijk, H. (2019). Lean Deconstruction Approach for Buildings Demolition Processes using BIM. *Lean Construction Journal* 2019 pp 147-173. <https://www.leanconstructionjournal.org>
- Marzouk, M., & Elmaraghy, A. (2021). Design for Deconstruction Using Integrated Lean Principles and BIM Approach. *Sustainability*, 13(14), 7856. <https://doi.org/10.3390/su13147856>
- Merzen, A.A. (2002). Building Deconstruction Guidelines: Tools for Recovering Building Materials. Master's Theses. Western Michigan University, Michigan, U.S.A. [https://scholarworks.wmich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5035&context=masters\\_theses](https://scholarworks.wmich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5035&context=masters_theses)
- Mogue, N.D., Boukherroub, T., & Olivier, C. (2022). Utilisation du Lean pour améliorer le processus d'accès aux soins spécialisés : un cas d'étude au Québec. 11e Conférence francophone en Gestion et ingénierie des Systèmes Hospitaliers, July 6-8, Saint-Étienne, France.
- Nakajima, S. (2014). Barriers for deconstruction and reuse/recycling of construction materials in Japan. *Barriers for deconstruction and reuse/recycling of construction materials*, 53.
- Drapeau. (2022, mai). Déconstruction dirigée - étude de faisabilité - V8. <file:///C:/Users/Aude%20Ngams/Desktop/Nathalie%20Drapeau/Documents%20chantier%20Gasp%C3%A9/De%CC%81construction%20dirige%CC%81e%20-%20e%CC%81tude%20de%20faisabilite%CC%81%20-%20V8.pdf>
- Nikakhtar, A., Hosseini, A. S., Wong, K. Y., & Zavichi, A. (2015). Application of lean construction principles to reduce construction process waste using computer simulation: a case study.

International Journal of Services and Operations Management, 20(4), 461.  
<https://doi.org/10.1504/ij som.2015.068528>

Radio-Canada.ca. (2023, 26 janvier). La quantité de déchets par habitant continue d'augmenter au Québec | RCI. <https://ici.radio-canada.ca/rci/fr/nouvelle/1951203/recyc-quebec-dechets-recyclage-hausse-matieres-organiques>

RITMRG. (2023, 20 avril). Le mandat de la RITMRG - Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie. <https://ritmrg.com/le-mandat-de-la-ritmrg/>

Rocha, C.G., & Sattler, M.A. (2009). A discussion on the reuse of building components in Brazil: An analysis of major social, economic, and legal factors. *Resources Conservation and Recycling*, 54(2), 104-112.

RECYC-QUÉBEC. (2021). Les résidus de construction, de rénovation et de démolition. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2021-crd.pdf>

SafetyCulture. (2023, 10 avril). Gestion et analyse des risques : exemple | SafetyCulture. <https://safetyculture.com/fr/themes/analyse-des-risques/>

Wright, J. (2020, 14 mai). DMAIC + A3 = Kaizen Success | GoLeanSixSigma.com. <https://goleansixsigma.com/dmaic-a3-kaizen-success/>

Womack, JP, Jones, DT et Roos, D. (1990), *la machine qui a changé le monde*, Macmillan Publishers, New York, NY.

