

8^e ÉDITION

LE RENDEZ-VOUS DES ÉCOMATÉRIAUX

ÉCHANGES ET VALORISATION DES COMPÉTENCES



CERIEC

Centre d'études
et de recherches
intersectorielles
en économie
circulaire

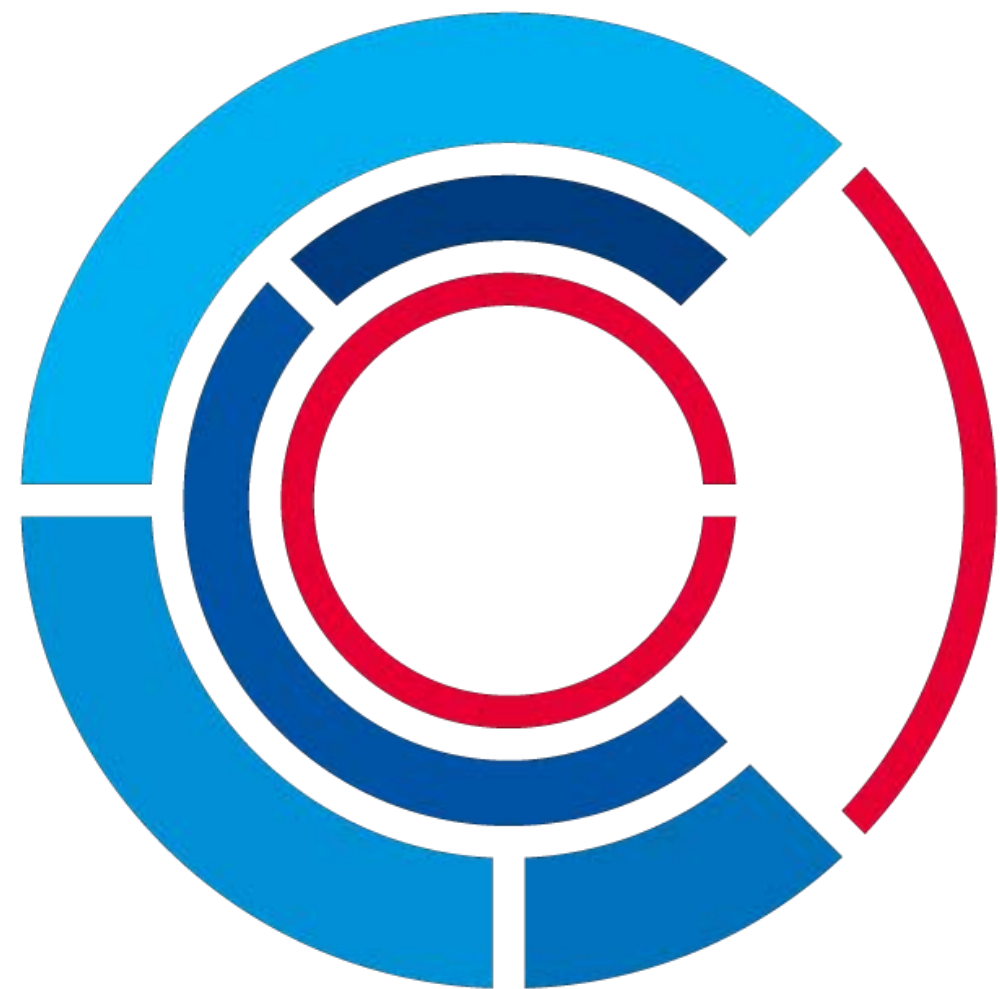
Solutions pour la circularité des résidus de construction, rénovation et démolition

Les projets du lab construction

Alice Rabisse, Octobre 2023



Bienvenue !



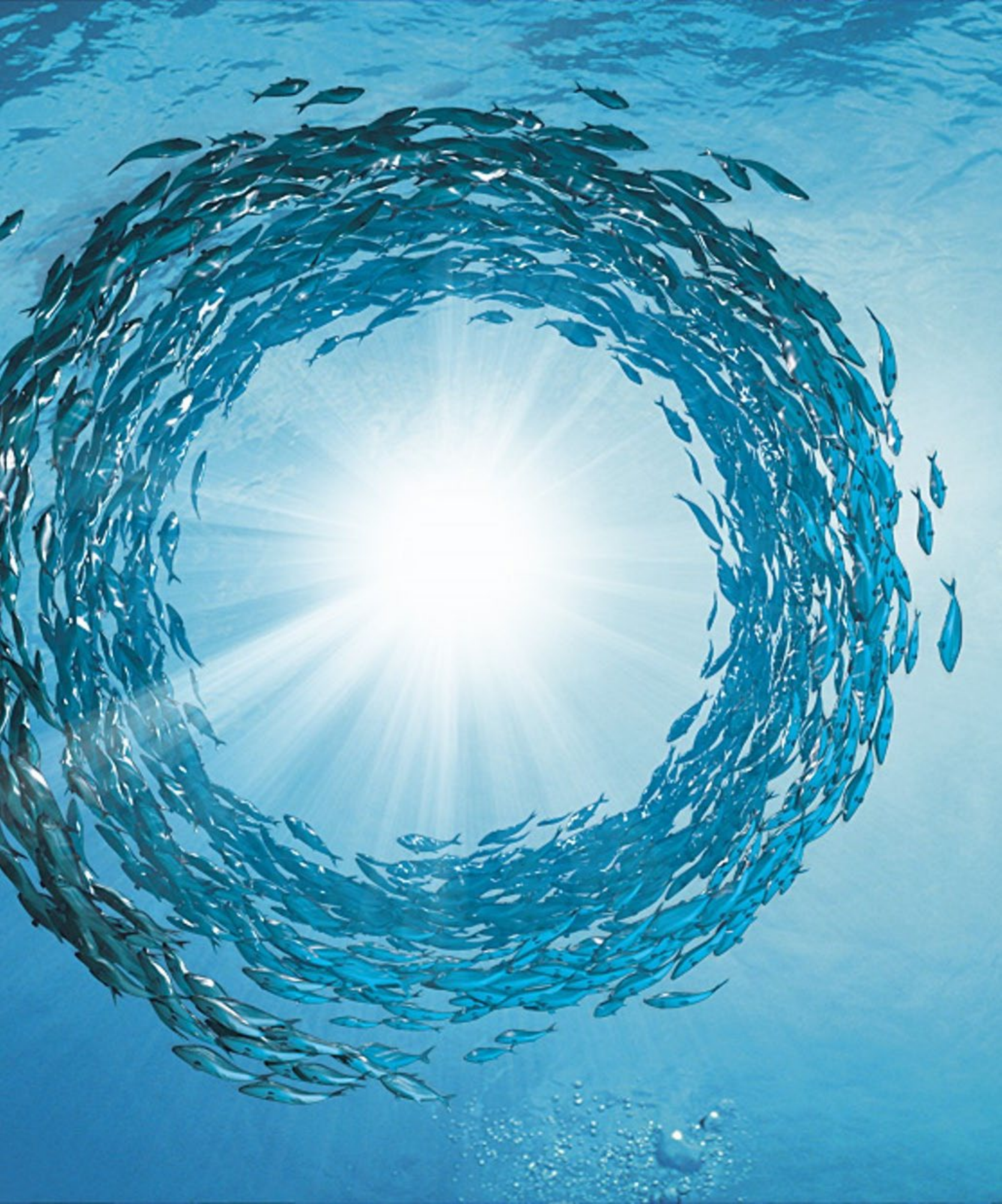
CERIEC

Centre d'études
et de recherches
intersectorielles
en économie
circulaire

CRÉÉ EN SEPTEMBRE 2020 À L'ÉTS



ALICE RABISSE (IEL/ELLE)
CHARGÉE DE PROJET – LAB CONSTRUCTION



Déroulement de la séance

- Introduction (10 minutes)
 - L'économie circulaire
 - Le lab construction
- Présentation de 4 projets du lab (4 x 15 minutes)
- Panel de discussion (30 minutes)
- Période de questions (20 minutes)

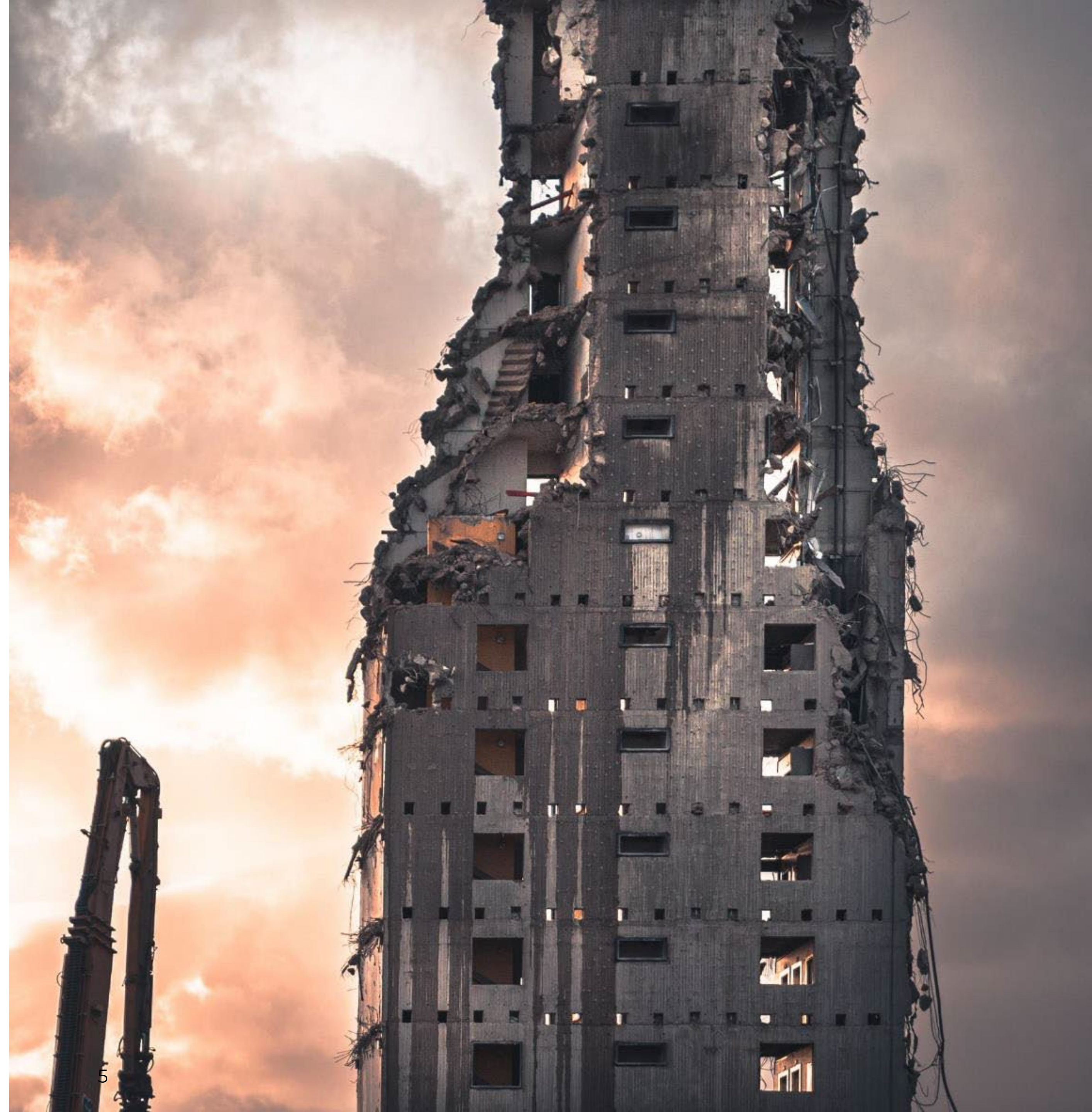


L'économie circulaire

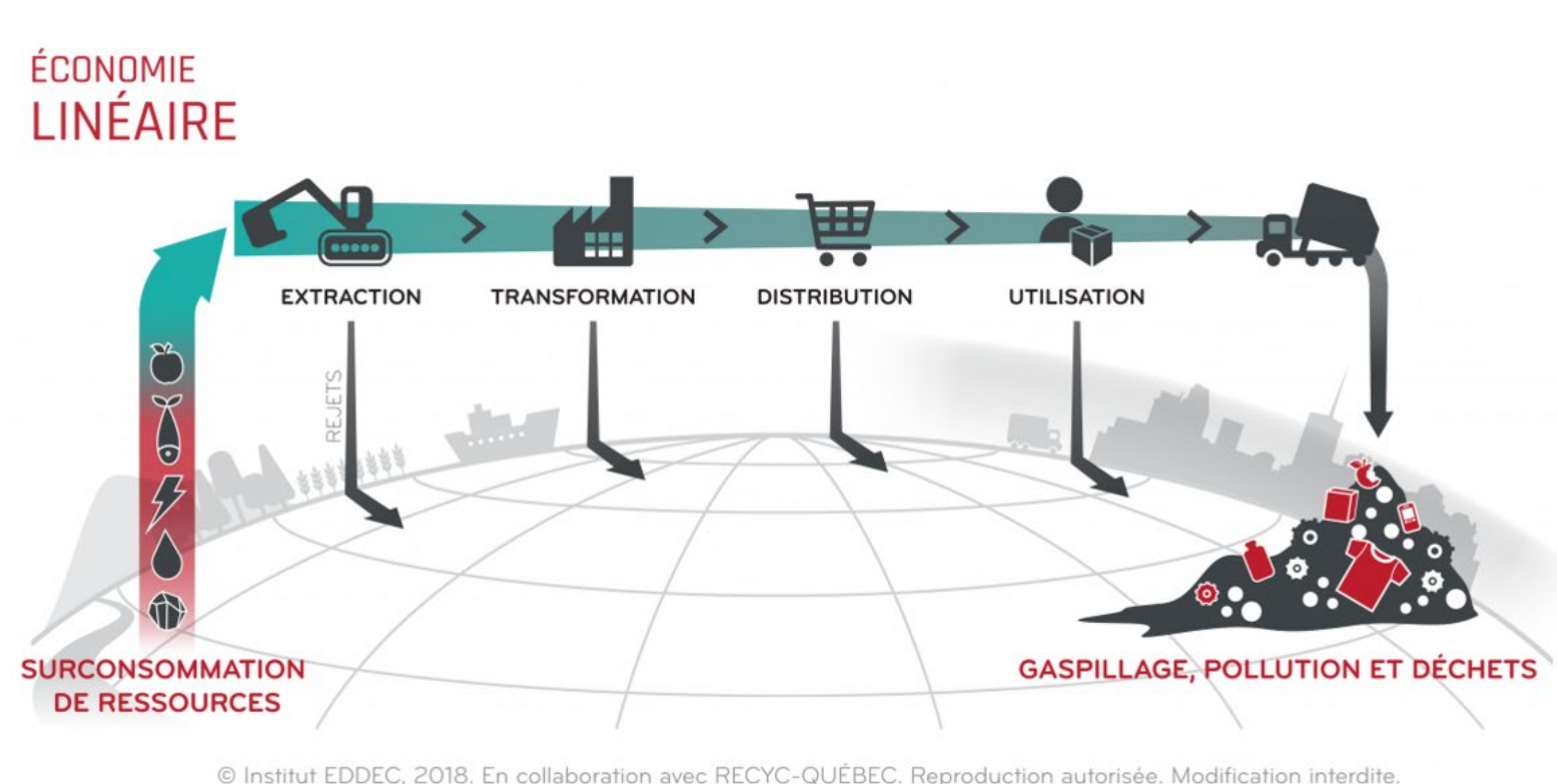
Une réponse concrète pour réduire l'impact des résidus CRD ?

- Matériaux de construction : 1/3 de la consommation mondiale de ressources.¹
- Secteur construction : près de la moitié des émissions de GES mondiales³
- Au QC, 3,5 M tonnes/an de résidus de CRD.²

1. Fondation Ellen McArthur, 2019
2. RecycQC, bilan 2021
3. Architecture2030 et EIA



Notre économie linéaire actuelle atteint ses limites



ÉCONOMIE CLASSIQUE

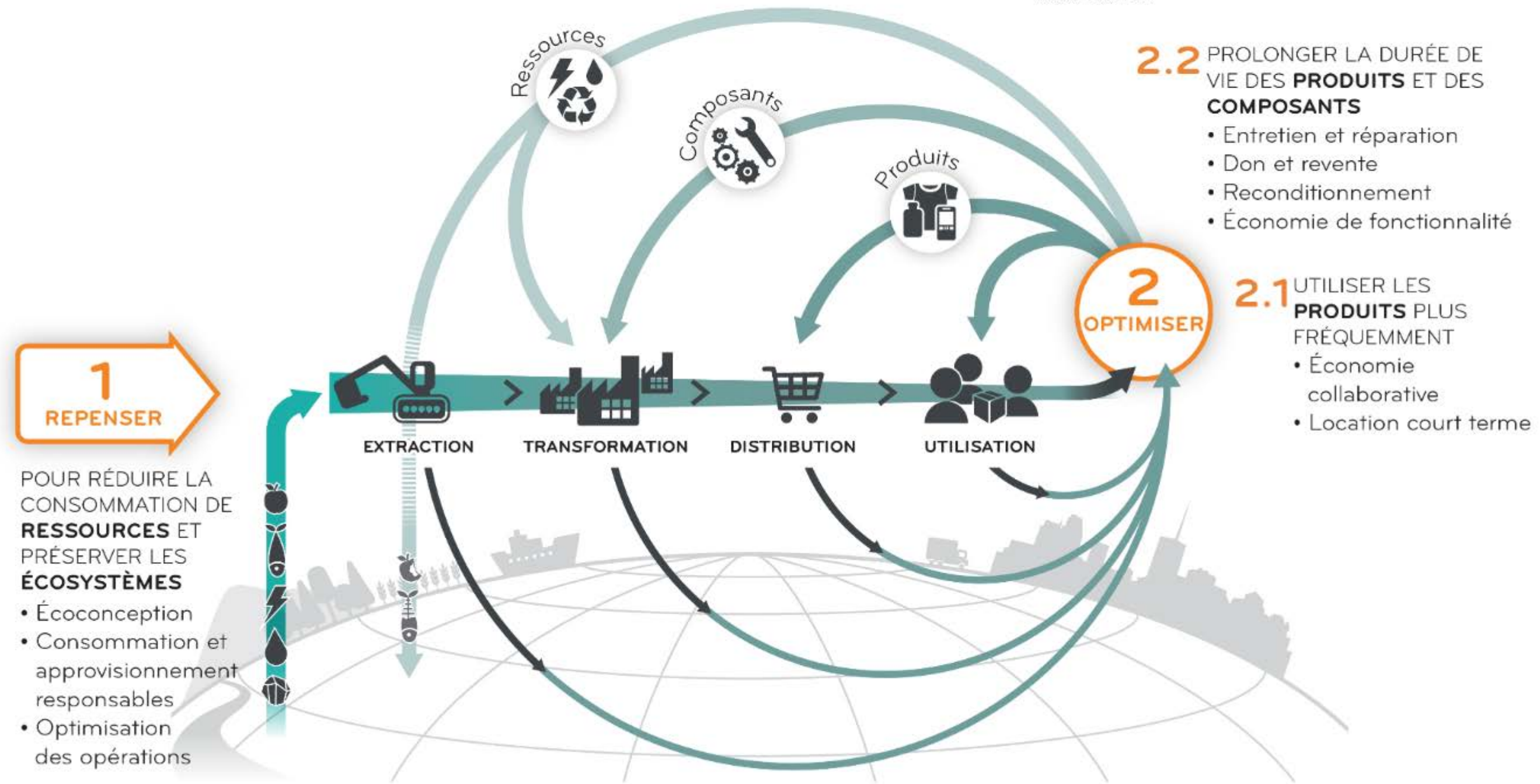
EXTRAIRE – TRANSFORMER – DISTRIBUER – CONSOMMER – JETER

- Pertes et gaspillages tout au long de la chaîne
- Inégalités sociales et économiques
- Destruction des écosystèmes
- Ressources planétaires limitées
- Le modèle linéaire n'est pas (sou)tenable

“Système de production, d’échange et de consommation visant à optimiser l’utilisation des ressources à toutes les étapes du cycle de vie d’un bien ou d’un service, dans une logique circulaire, tout en réduisant l’empreinte environnementale et en contribuant au bien-être des individus et des collectivités”

- Pôle québécois de concertation en EC

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE



© Institut EDDEC, 2018. En collaboration avec RECYC-QUÉBEC. Reproduction autorisée. Modification interdite.



Objectifs

Faire circuler les matières et ressources pour :

- Conserver la valeur des produits et composants le + longtemps possible
- Tendre vers le zéro déchet
- Limiter le recours aux ressources vierges
- Générer de la vitalité économique et du bien-être partagé

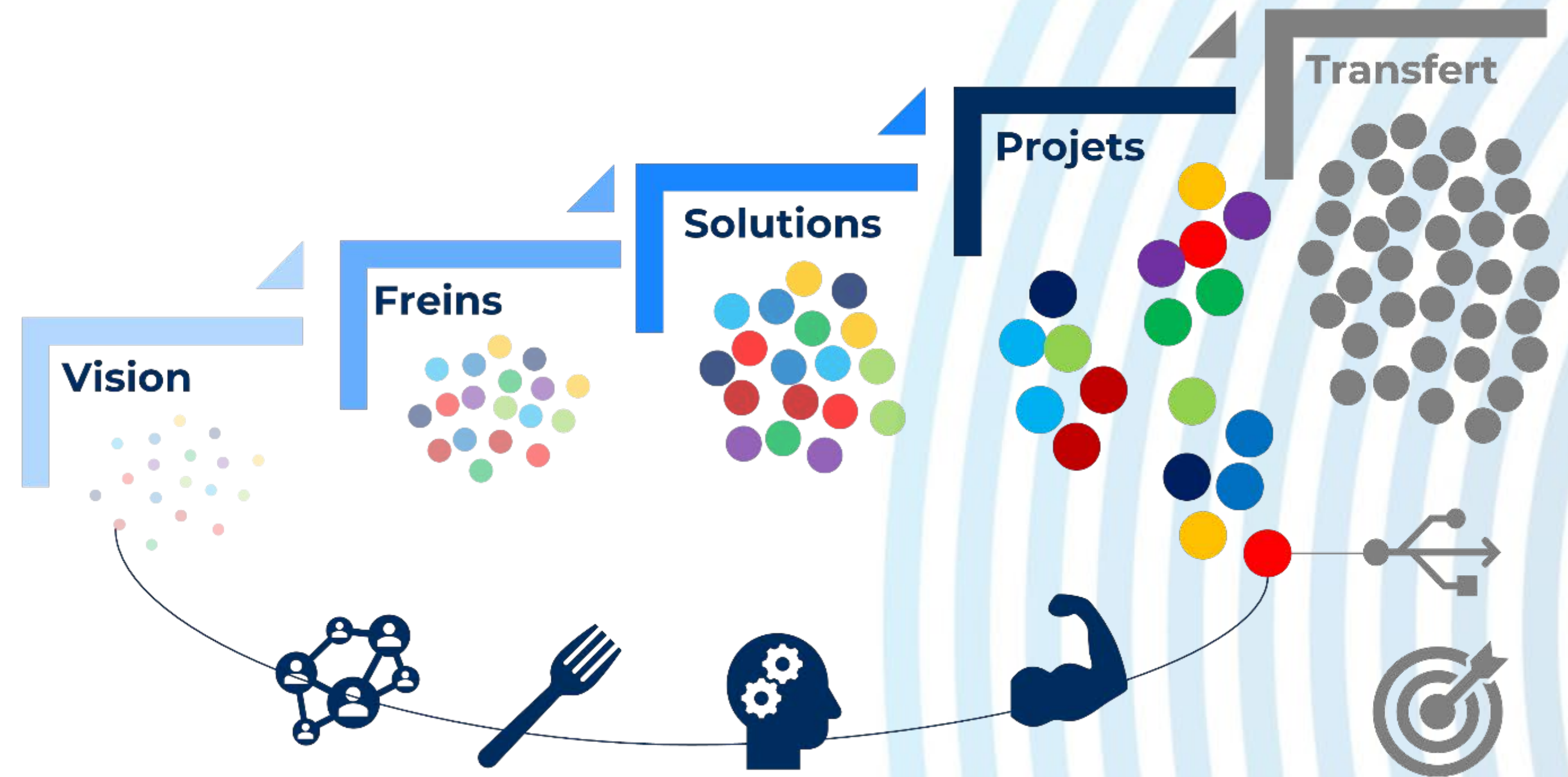


Le lab construction

Économie circulaire et construction – Mission du lab et dispositif

“Démontrer, par des **projets d'expérimentation** innovants et **cocréés** avec les parties prenantes, comment intégrer puis généraliser des stratégies d'économie circulaire dans le secteur de la construction au Québec.”

- 19 projets d'expérimentation
- 220 acteurs



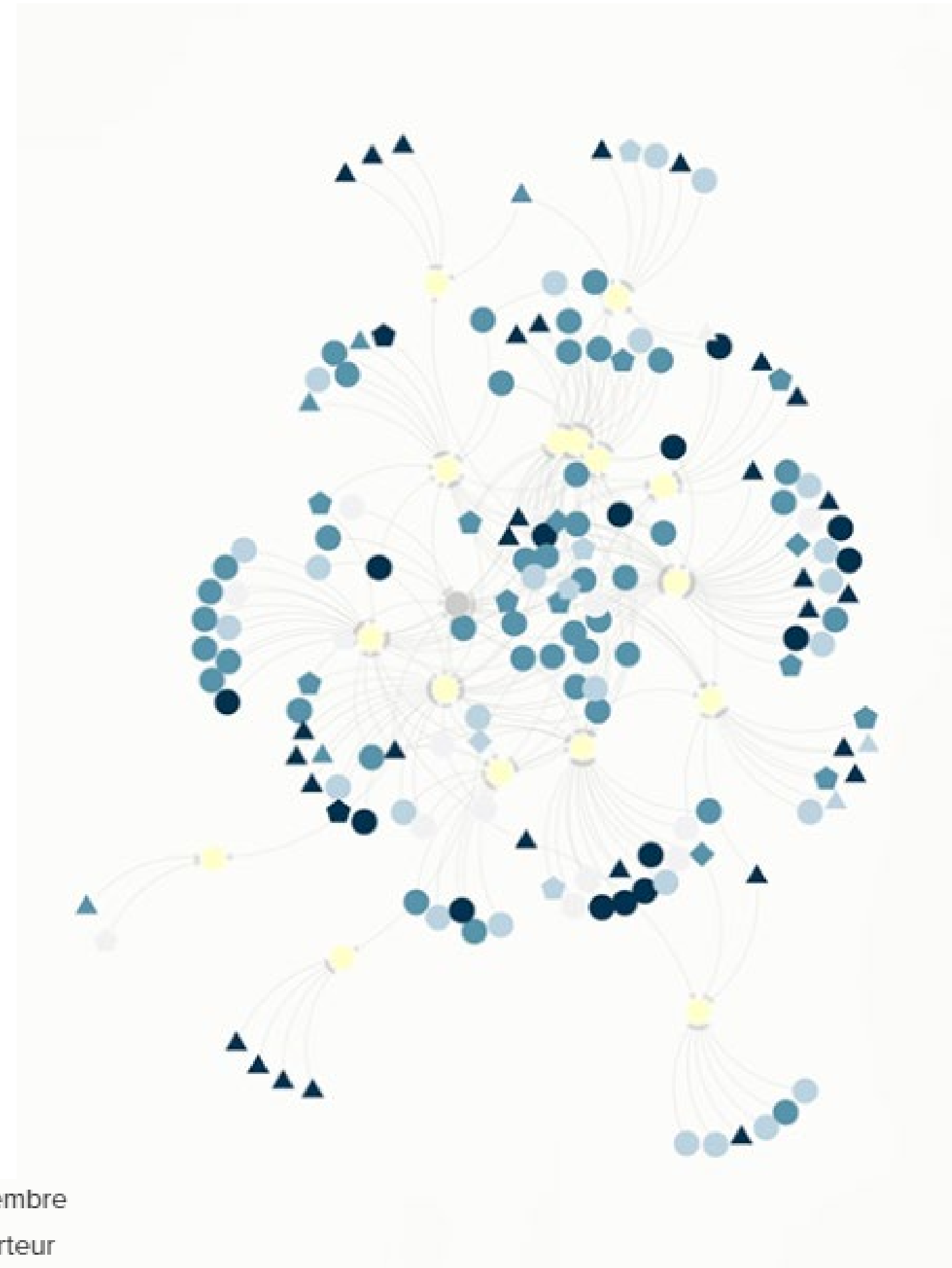
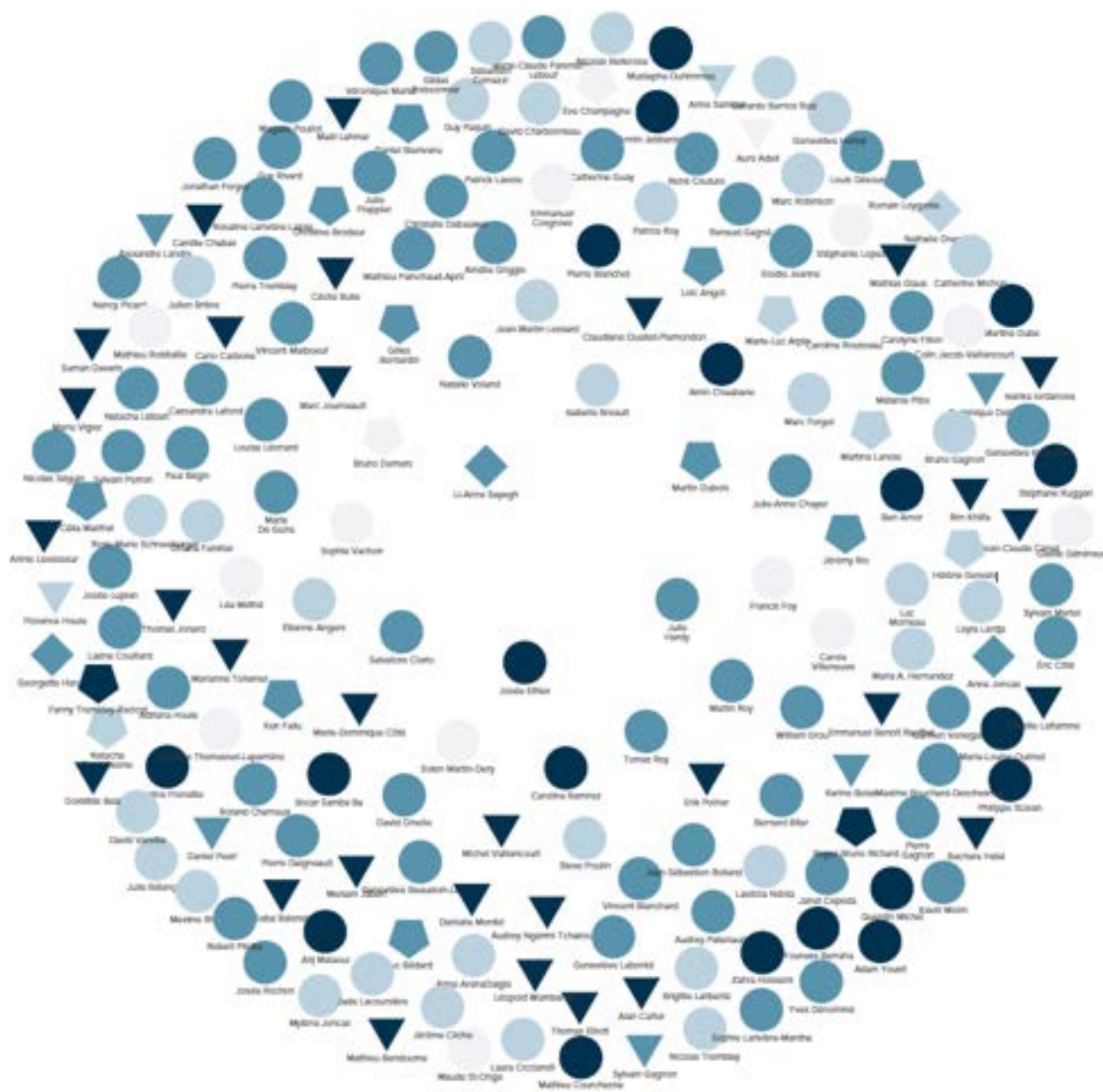
Les essentiels du lab



- **Économie circulaire** – *vision chaîne de valeur*
- **Cocréation** – *avec les acteurs du milieu et les chercheurs*
- **Innovation / dimension recherche** – *voir plus loin que le court terme ; documenter*
- **Dimension terrain / expérimentation** – *connexion à la réalité du milieu*
- **Retombées partagées** – *pour un impact maximisé*

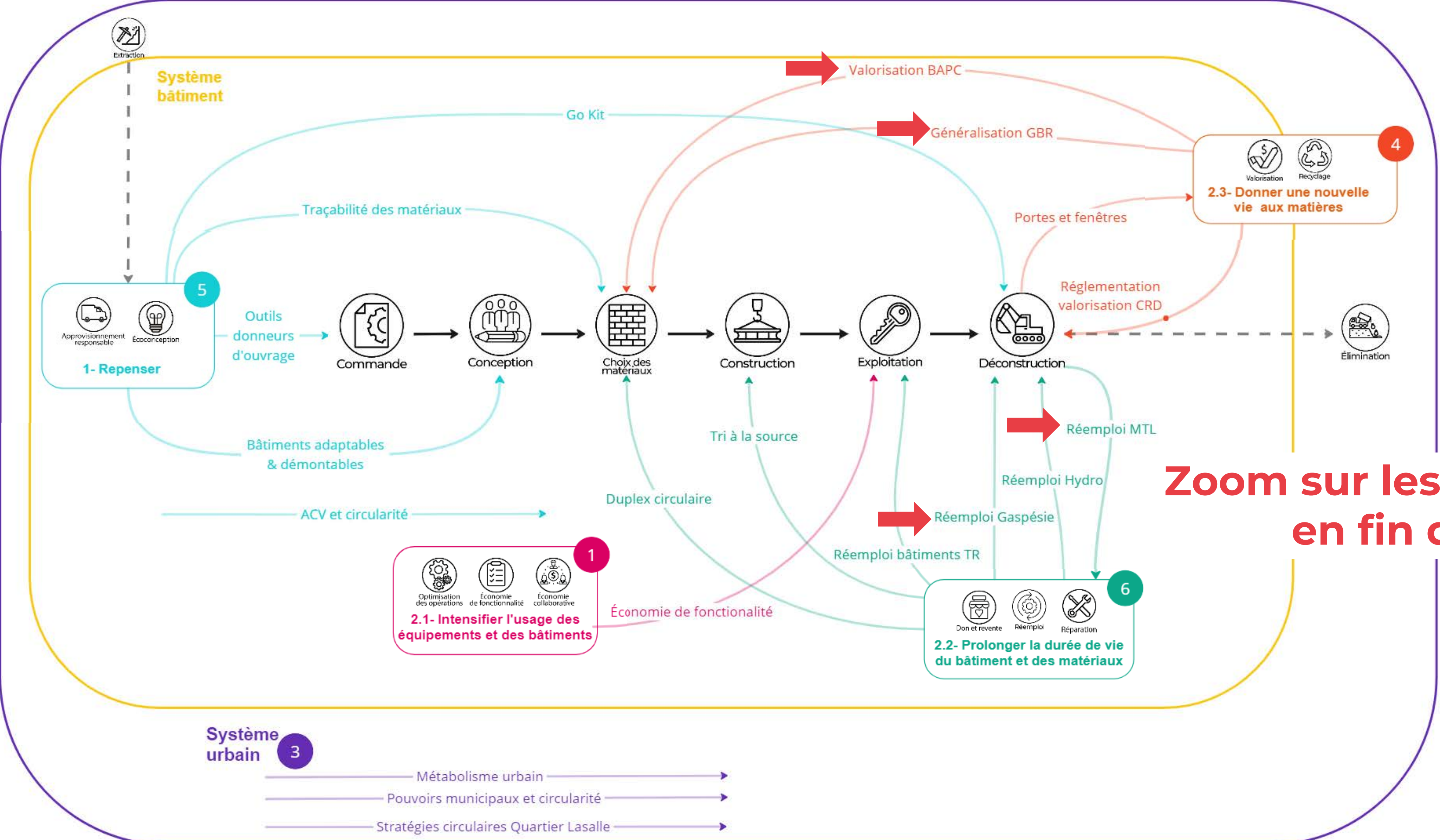
Briser les silos : une grande diversité d'acteurs

- Toutes les étapes menées en cocréation
- + de 220 participants différents aux activités du lab ; +de 100 organisations
- Diversité géographique



●	Recherche	●	Membre
●	Privé	▼	Porteur
●	Public	◆	Porteur,Partenaire technique
●	Société civile	◆	Partenaire technique

Une approche systémique



Zoom sur les projets en fin de cycle

Introduction des panélistes



NATHALIE DRAPEAU
Directrice générale
RITMR Gaspésie



CAROLINE THOMASSET-LAPERRIÈRE
Chargée de développement économie circulaire
Architecture Sans Frontières Québec



LOUIS GARBAN
Étudiant à la maîtrise en génie des systèmes
École de technologie supérieure



Réemploi



ÉRIC LACHANCE-TREMBLAY
ing., M. Sc. A., Ph. D., professeur
École de technologie supérieure



JEAN-CLAUDE CARRET
Professeur
École de technologie supérieure



Valorisation

Stratégies
d'économie
circulaire
mises en
œuvre

Projet pilote de déconstruction de bâtiments menant vers le réemploi

...

pour en finir avec la démolition !

Par Nathalie Drapeau, DG RITMRG

*Vous pouvez consulter le rapport au [ritmrg.ca/projets innovants](http://ritmrg.ca/projets_innovants).
La boîte à outils est accessible par liens au tableau 9*



RITMRG

C'est qui ?
C'est quoi ?
C'est où ?



Deux partenaires municipaux :

- ✓ MRC du Rocher-Percé et Ville de Gaspé pour environ 32 000 de population

Organisation spécialisée dans la gestion des matières résiduelles:

- ✓ Propriétaire opérateur du centre de tri des matières recyclables, du lieu d'enfouissement technique, du site de compostage
- ✓ Opérateur d'écocentres et responsable de la destinée des matières valorisables
- ✓ Gestionnaire du contrat de collecte et transport (puces sur tous les bacs, tarification incitative en déploiement, gestion de toutes les clientèles (résidentiel, institutions, commerces, industries)
- ✓ Agents verts sur le terrain, gestion du Plan de gestion des matières résiduelles (PGMR) et toutes autres tâches connexes

En Gaspésie...tout au bout du Québec ...vous savez où c'est ?

- ✓ Sinon ...faut venir nous visiter -) 800 km de Québec ...c'est tout près !

Pourquoi un projet pilote ?

Les villes gaspésiennes de Chandler et Grande-Rivière devaient initier la démolition de deux bâtiments mais le réemploi vole la vedette dans le nouveau plan de gestion des matières résiduelles (PGMR)

et

l'enfouissement coûte cher !

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

Et si on pouvait prolonger la durée de vie des ressources par le réemploi ?

En réalisant un projet pilote, on développe un processus de déconstruction efficace, qui favorise le réemploi, avec des outils d'aide à la décision testés « live » sur le terrain.

Pour convaincre ...c'est ce que ça prend !

C'est quoi au juste le projet ?

1. Déconstruire

1. deux bâtiments abandonnés / 2 sites différents en Gaspésie
2. avec une approche plus manuelle qui privilégie le réemploi des matériaux et évite leur transformation (valorisation) ou enfouissement

2. Documenter toutes les phases du projet

1. aux niveaux techniques, administratifs, environnementaux et économiques

3. Développer une boîte à outils (registres, clauses de devis, fiches techniques, cartographie des processus)

1. pouvant favoriser la transférabilité concrète ailleurs dans les autres villes et municipalités du Québec



Qui est impliqué ?

Un maître d'œuvre multi-tasks !



Un partenaire financier important



Cette initiative est offerte par l'entremise du Fonds municipal vert qui est offert par la Fédération canadienne des municipalités et financé par le gouvernement du Canada.

Ouais !

Dans quel bateau on s'est embarqué !
Heureusement, l'équipe et les collaborateurs
sont supers !

MFT et Fils, Duguay Sanitaire
Des entrepreneurs crinqués



Villes de Chandler et de Grande-Rivière
Des clientes motivées



CERIEC et équipe de recherche ETS

L'étincelle, l'inspiration, la réflexion organisée



Hélène Gervais
Des points d'appui



Site no.1

Ancienne quincaillerie à
Grande-Rivière

4 bâtiments

De l'espace en masse

Bois et tôle

10 m. x 13 m.

7,5 m x 7,5 m.

16,5 m. x 15 m.

48 m. x 6,5 m.

Un site parfait pour une
déconstruction !



Site no.1 Grande-Rivière

Conditions de chantier

Résultats

Constats

Les conditions

- 28 jours de déconstruction pour 3 bâtiments (1, 2 et 3)
 - Ménage intérieur
 - Déshabillage extérieur (tôle, fenêtres, portes)
 - Toiture par sections
 - Murs et planchers par sections

- 1 contremaître
- 4 journaliers
- 1 ciseau lift et un skytrack
- 2 personnes au conditionnement (déclouer, trier, classer par catégories)

Les Résultats

- 30 tonnes déchets / 16 %
- 27 tonnes valorisées / 14 %
- 135 tonnes destinées au réemploi / 70 %
- 89 % km évités

Les Constats

- La formation de départ permet de clarifier la notion de matières et leurs destinations
- L'entrepreneur et ses employés s'adaptent rapidement à cette nouvelle approche
- Le contremaître doit être présent pour éviter la perte de focus
- L'espace disponible permet d'optimiser le conditionnement

Site no.2

Ancien Bistro à Chandler

1 bâtiment

Peu d'espace de travail

Bois, tôle, bardeau,
gypse, amiante, brique

49 x x 58 m

Bâtiment abandonné
pendant plus de 10 ans !



Site no.2

Conditions de chantier

Résultats

Constats

Les conditions

- 10 jours de déconstruction
 - Ménage sommaire intérieur
 - Déshabillage
 - Devanture priorisée
 - Amiante retirée
 - Toiture
 - Toutes les matières saines identifiées et triées aux conteneurs
 - 1 contremaître et 4 journaliers
 - 1 ciseau lift et un skytrack

5 jours de démolition

- 1 opérateur, un journalier et 1 contremaître
- Une pelle mécanique

Les résultats

- 155 tonnes valorisées (74 %)
- 47 tonnes enfouies (22 %)
- 9 tonnes au réemploi (4 %)
- 79 % de km évités

Don de matériaux vers un projet de rénovation d'une école de Permaculture (pour construction d'annexes extérieurs ...)

Les constats

- Un bâtiment abandonné trop longtemps limite grandement le réemploi des matériaux
- Si la valorisation du bois en charpie (broyé par la pelle) n'est pas possible, ce sont 96 % des matières qui se dirigent à l'enfouissement
- L'espace limité requiert une vigilance accrue au niveau circulation et CNESST

La vente des matériaux

Le bonbon!

- Annonces média sociaux et radio
- 8 jours de fin de semaine
- 150 acheteurs
- 4 200 items vendus
- 18 000 \$ de vente
- Grille tarifaire à 50 % du marché
- Matières recherchées
 - 2x4, 2x6, contreplaqué, tôle
 - Conditionnées (sans clous)
- Projets de réemploi
 - Galeries, rénovation de chalet, abris pour animaux, cache de chasse



Triez simplement, triez maintenant!
Chantier de déconstruction dirigé vers le réemploi

RIIMR
GASPÉSIE

2 x 4 ou 2 x 3	
6 pieds + ou -	2 \$
8 pieds + ou -	3 \$
10 pieds + ou -	4 \$
12 pieds + ou -	4 \$
2 x 6	
6 pieds + ou -	3 \$
8 pieds + ou -	4 \$
10 pieds + ou -	6 \$
12 pieds + ou -	8 \$

Égérie intermunicipale de traitement des résidus résidentiels de la Gaspésie
400, Grande-Allee-Ouest, Grande-Érable-Ouest, G0C 1W0
418 360 2104, poste 5000 RIIMR.ca



Indicateurs environnementaux et économiques

Indicateur	Par la démolition	Cible du projet de déconstruction	Chandler (Bâtiment abandonné)	Grande-Rivière (4 bâtiments en bois)
Matières enfouies	95 %	20 %	22 %	16 %
Matières	0 %	60 %	4 %	70 %

Pis ? Ça marche tu ce projet-là !



Retombées sociales

Indicateur	Précision
Création d'emploi	Le volet «conditionnement » génère des emplois supplémentaires mais cette catégorie d'emploi n'existe pas dans le système « construction » actuel
Image et fierté	Les donneurs d'ouvrages et l'équipe entrepreneur très motivés. Le questionnaire avant et après travaux démontre une nette

Premiers constats du projet pilote

- Les donneurs d'ouvrages sont prêts
 - mais veulent des outils, des résultats, des conclusions
- L'entrepreneur veut voir pour le croire
 - mais une fois vu...il est vendu !
- La formation des employés sur les matières et leur potentiel
 - un vide à combler dès le jour 1 et dans le système
- Le conditionnement des matières
 - un incontournable et plus tôt que trop tard
- La démolition n'a plus sa place
 - un consensus se dégage au niveau municipal chez nous
- Économiquement, c'est avantageux
 - si l'enfouissement coûte cher
- Un gestionnaire d'expérience fait la différence
 - beaucoup de décisions à prendre là là !!

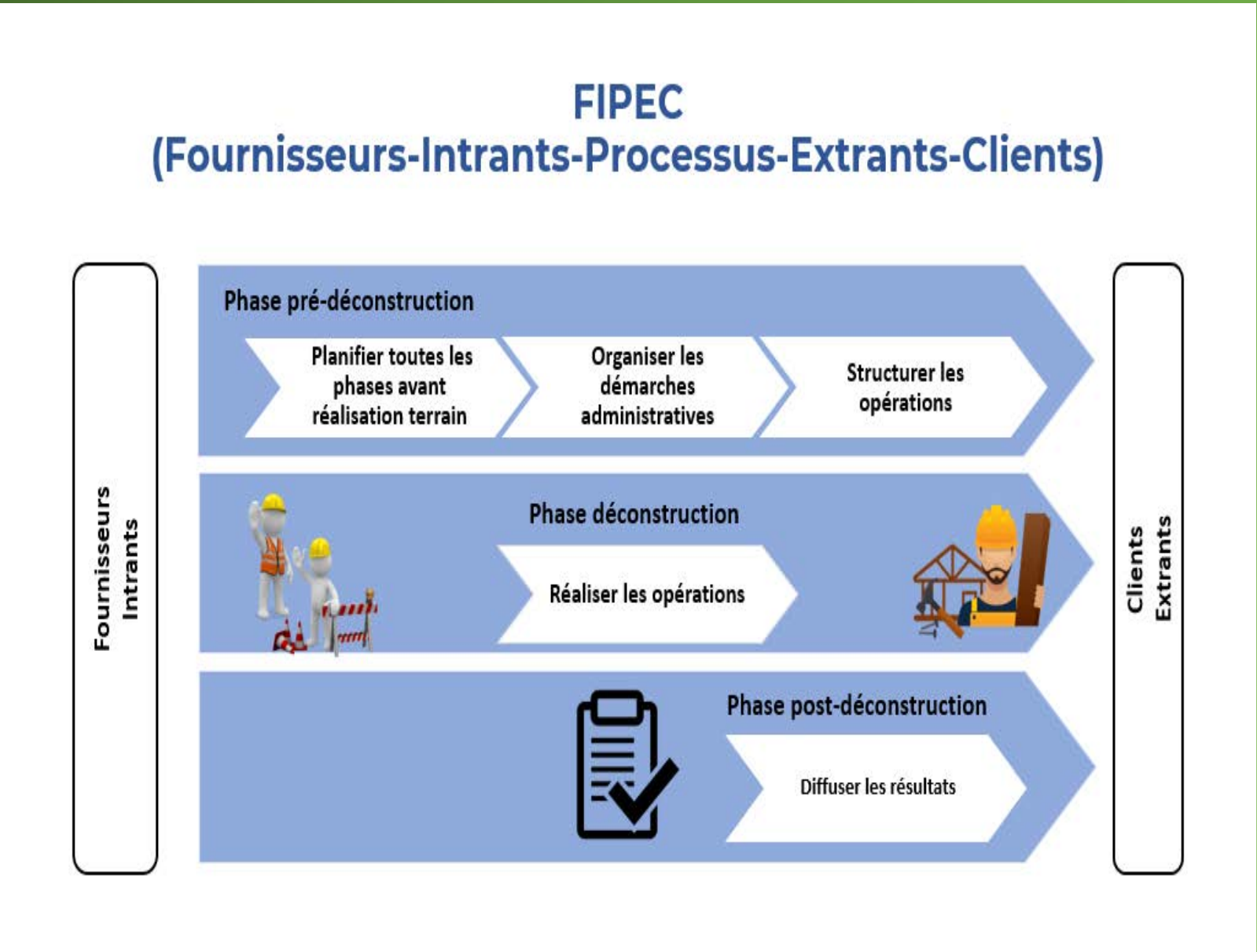
La déconstruction
dirigée vers le
réemploi...c'est-tu une
fausse bonne idée ?



Le rapport est disponible
au www.ritmrg.ca

Et soyez attentif ...une
version 2 est en production
sous forme de jeu ...ben
oui...on est fou d'même !

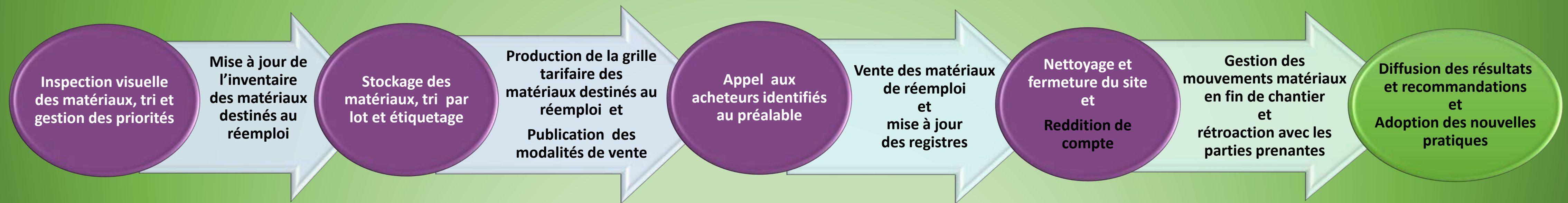
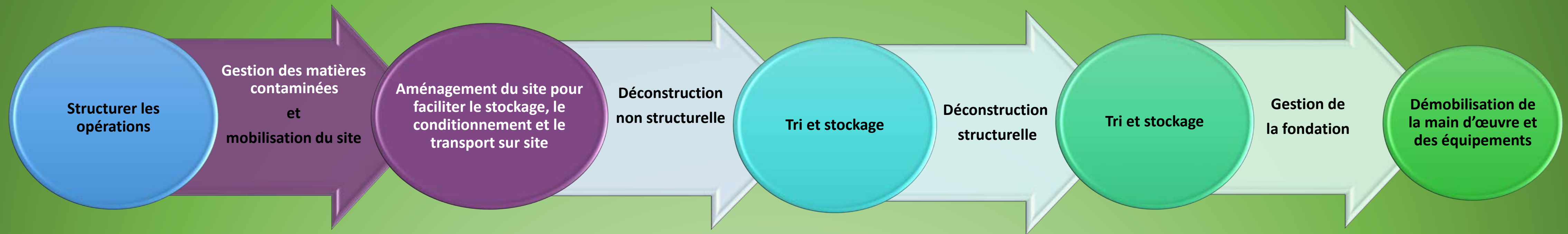
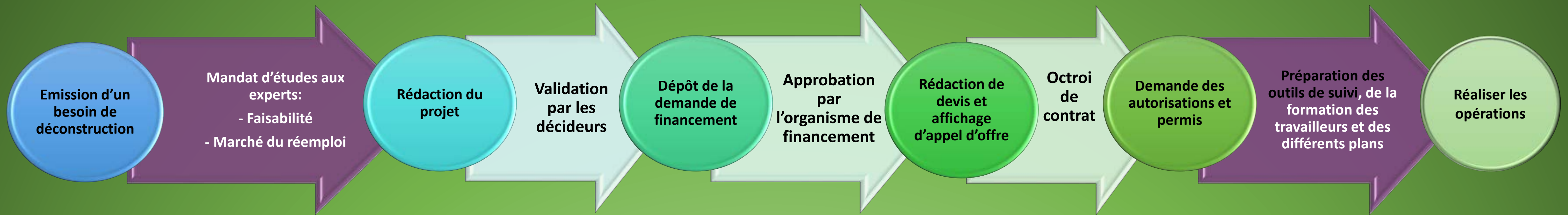
La boîte à outils intégrée au rapport



- Cartographie du processus
- Tableau budgétaire interactif
- Clauses de devis suggérées,
- Outils de communication (affiches, directives, fiches matières)
- Questionnaires pour entrepreneur,
- Registres (journalier, suivi de sorties matières)
- Grille tarifaire, registre de ventes,
- Cahier de formation pour l'équipe entrepreneur et autres parties impliquées,
- Matrice des défis / enjeux et pistes de solutions

Tableau 3 : Analyse des risques selon la matrice Probabilité / Impact du projet

Numéro du risque	Risque	Conséquence	Actions pour diminuer le risque	Responsable
1	Respect de l'échéancier	- Indisponibilité de l'entrepreneur - Dépassement budgétaire - Non réalisation du projet	- Identifier les périodes les plus à risque notamment le calendrier et la disponibilité de l'entrepreneur. - Prévoir des périodes de marge de manœuvre avec les intervenants (sites clients, sites d'accueil, équipe de l'entrepreneur) et dans le calendrier de la promoteur.	Promoteur
2	Manque de main d'œuvre	- Impact sur l'échéancier (retard) - Impact sur le budget (dépassement) - Enjeu de qualité du travail - Non réalisation du projet	- Valider les obligations/compétences réglementaires de l'entrepreneur choisi (accompagnement de l'entrepreneur post-vente) - Attribuer les règles d'appel d'offres - 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	Promoteur / Entrepreneur
3	Accidents de chantier	- Non disponibilité de la main d'œuvre (manque de main d'œuvre) - Impact sur l'échéancier (retard) - Impact sur le budget (dépassement) - Enjeu de qualité du travail - Non réalisation du projet	- Offrir une formation spécifique sur la déconstruction aux employés - Réviser avec l'entrepreneur son plan d'action pendant les travaux et son plan d'intervention en cas d'accident	Promoteur / Entrepreneur
4	Conditions météorologiques	- Impact sur l'échéancier (retard) - Impact sur le budget (dépassement)	- Prévoir la flexibilité dans l'échéancier - Prévoir des contenants fermés et des toits de protection	Entrepreneur / Promoteur
5	Ressource de gestion limitée	- Impact sur l'échéancier (retard) - Impact sur le budget (dépassement) - Non réalisation du projet	- Inclure une ressource supplémentaire pouvant accompagner dans toutes les démarches	Promoteur



Comment le secteur municipal peut contribuer ?

- L'avenir de la déconstruction menant au réemploi est indissociable du milieu municipal
 - En alimentant la réflexion des décideurs
 - En prévoyant des projets pilotes, en identifiant des opportunités
 - En intégrant toutes clauses pouvant promouvoir une approche soutenant la promotion de la déconstruction et du réemploi
 - En libérant une équipe pour accompagner les entrepreneurs pour assurer un déroulement proactif sur le terrain
 - En sollicitant les collègues, la communauté ...en s'épaulant entre nous quoi !

Comment le secteur de l'ingénierie peut contribuer ?

La communauté d'ingénierie doit aussi être partie prenante

- En contribuant à la réflexion du donneur d'ouvrages et l'encourager à faire autrement
- En intégrant toutes clauses pouvant promouvoir une approche soutenant la promotion de la déconstruction et du réemploi
- En proposant une équipe pour accompagner les entrepreneurs et donneurs d'ouvrages et assurer un déroulement proactif sur le terrain
- En soutenant cette approche par ses questionnements, son expertise, ses outils

En conclusion

La déconstruction de bâtiment menant
au réemploi a de l'avenir si...

On change notre approche en amont (engagement
des donneurs d'ouvrages)

On travaille en collaboration avec l'entrepreneur,
qu'il bénéficie d'une formation complémentaire et
que ce dernier ose

On suscite la réflexion chez le générateur et que l'on
donne de la valeur à la ressource qui compose les
matières



Régie intermunicipale
de traitement des matières
résiduelles de la Gaspésie

Réduire l'empreinte écologique, **c'est l'affaire de tous.**

Pour nous joindre

Nathalie Drapeau

418 385-4200

direction@ritmrg.com



COMMENT OPTIMISER LA LOGISTIQUE INTERNE D'UN CENTRE DE RÉEMPLOI? ECO-RENO

ÉTS – CERIEC - ASFQ

Etudiant : Louis Garban

Professeurs ÉTS: - Amin Chaabane
- Mustapha Ouhimmou

Génie des systèmes

ASFQ : Caroline Thomasset-Laperrière

SOMMAIRE

Qui est Eco-Reno ?

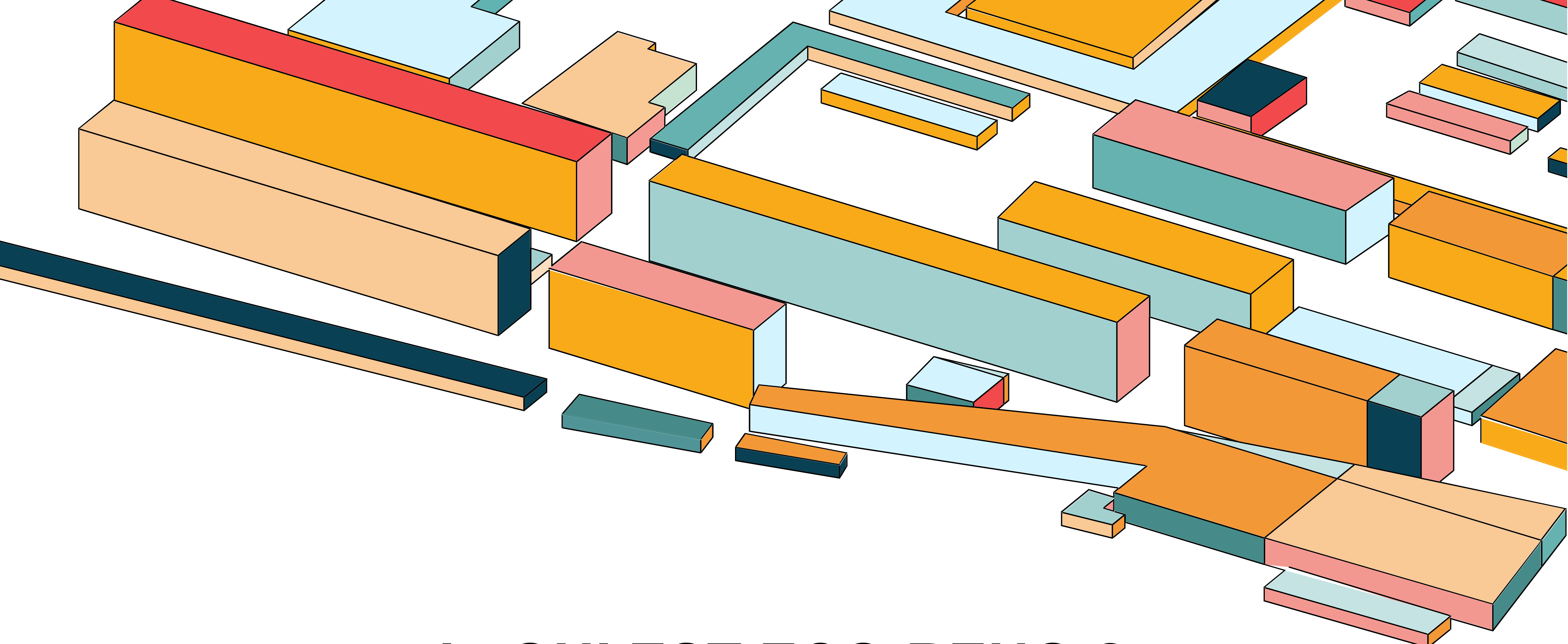
- Son histoire
- Les produits
- Son rôle dans l' économie circulaire
- La porte du projet / mise à l'échelle

Le projet

- Les objectifs du projet
- Les défis du projet

Recommandations et Résultats

- Gestion des données
- Gestion de l'espace
- Les KPIs
- Le Mot d'ASFQ



I - QUI EST ECO-RENO ?

SON HISTOIRE

Éco-Réno a fêté ses 20 ans en 2022

Entreprise d'économie sociale montréalaise spécialisée dans le **réemploi des matériaux et du patrimoine** qui existait depuis 2002 dans le quartier Rosemont à Montréal.

ASFQ prend son contrôle en 2020

À partir de ce moment, Éco-Réno devient un partenaire stratégique et opérationnel du projet Matériaux Sans Frontières à qui Architecture Sans Frontières Québec (ASFQ) confie **la gestion de ses dons** et de ses **ventes de matériaux** pour ainsi tester pleinement son modèle d'affaires.

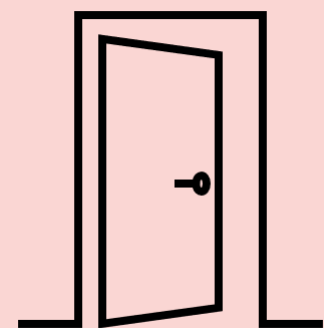
2022 : Un terrain d'expérimentation

Le programme d'économie circulaire d'ASFQ s'implique activement dans différentes solutions explorées par le CÉRIEC dans le cadre du Laboratoire sur la circularité du milieu de la construction.

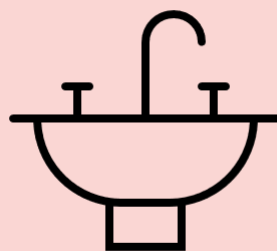
2023 : Un nouveau local de 1000 m²

Avec le déménagement vers un local commercial de 1000 m² en juillet 2023, la collaboration entre la recherche et le terrain peut enfin prendre forme dans le cadre de cette **étude d'optimisation des processus**.

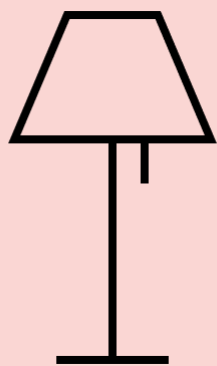
SES PRODUITS



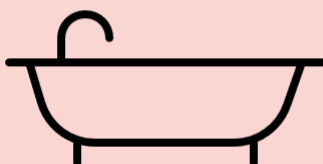
Porte



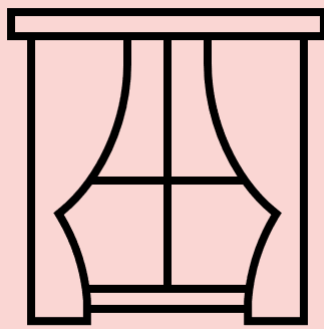
Lavabo



Luminaire



Bain



Fenêtre



Robinetterie





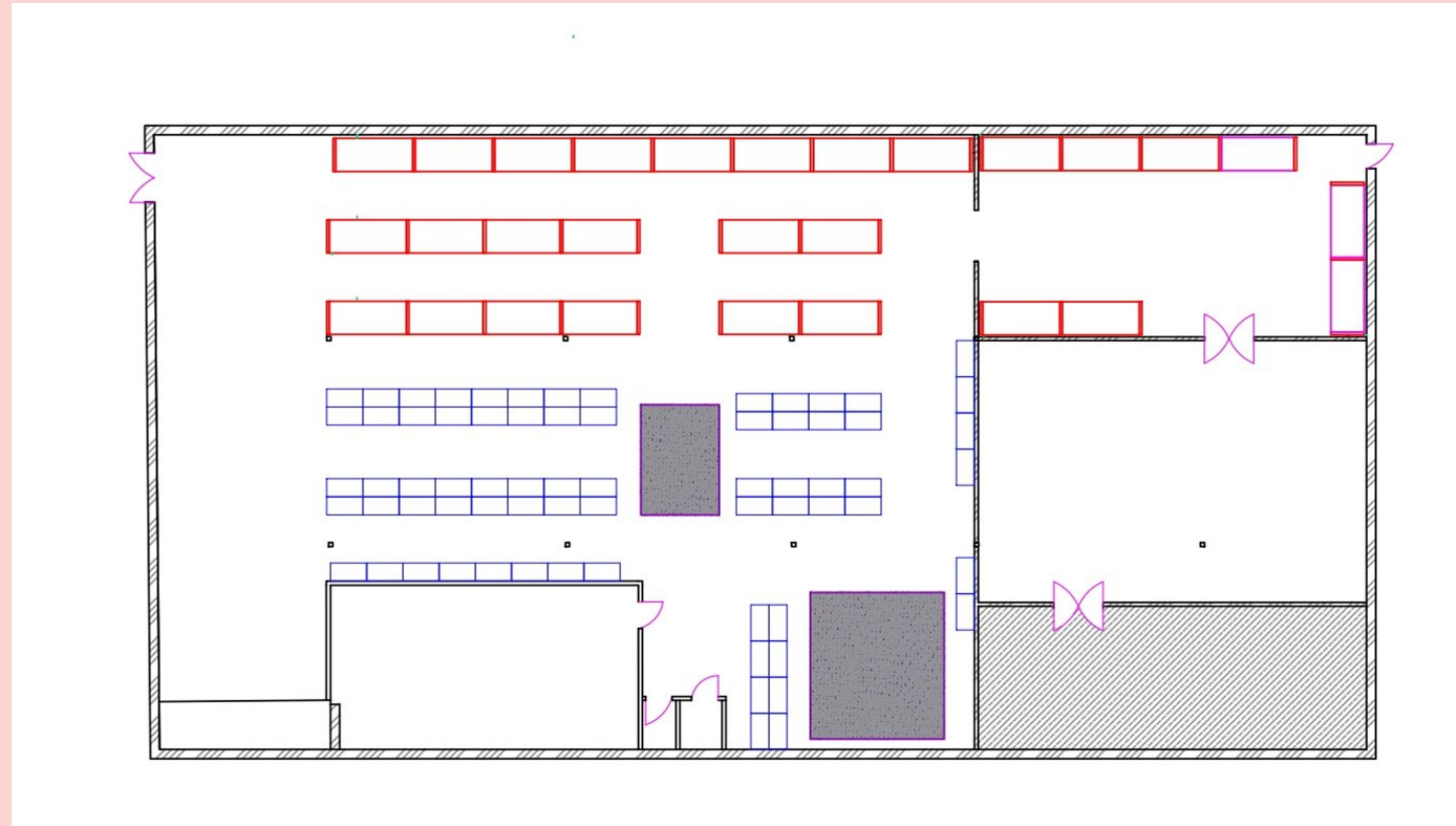
LE CHANGEMENT D'ÉCHELLE



Boutique de 2500 pi² distribués sur 2 étages



Centre de réemploi de 10 000 pi² sur un seul étage facilitant grandement les opérations







Étagères industrielles facilitant la manipulation et la mise en marché de marchandise lourde

LES OUTILS NUMÉRIQUES ADOPTÉS

SYSTÈME D'INVENTAIRE NUMÉRIQUE

Dolibarr : ERP offert en logiciel libre

ÉTIQUETAGE AVEC PRIX ET CODE QR

Imprimante d'étiquettes industrielle (Zebra)

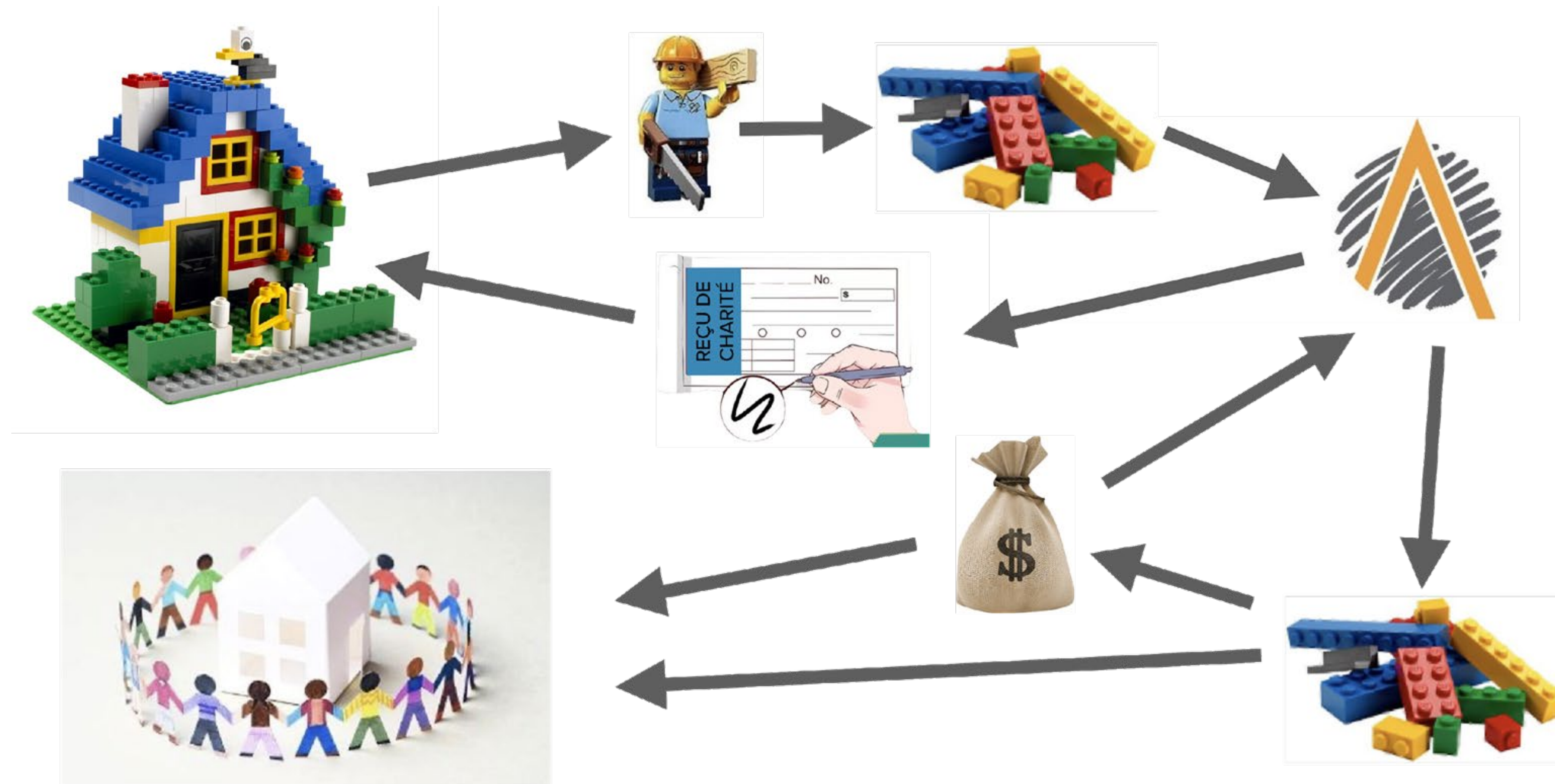
SYSTÈME DE CRM INTÉGRÉ

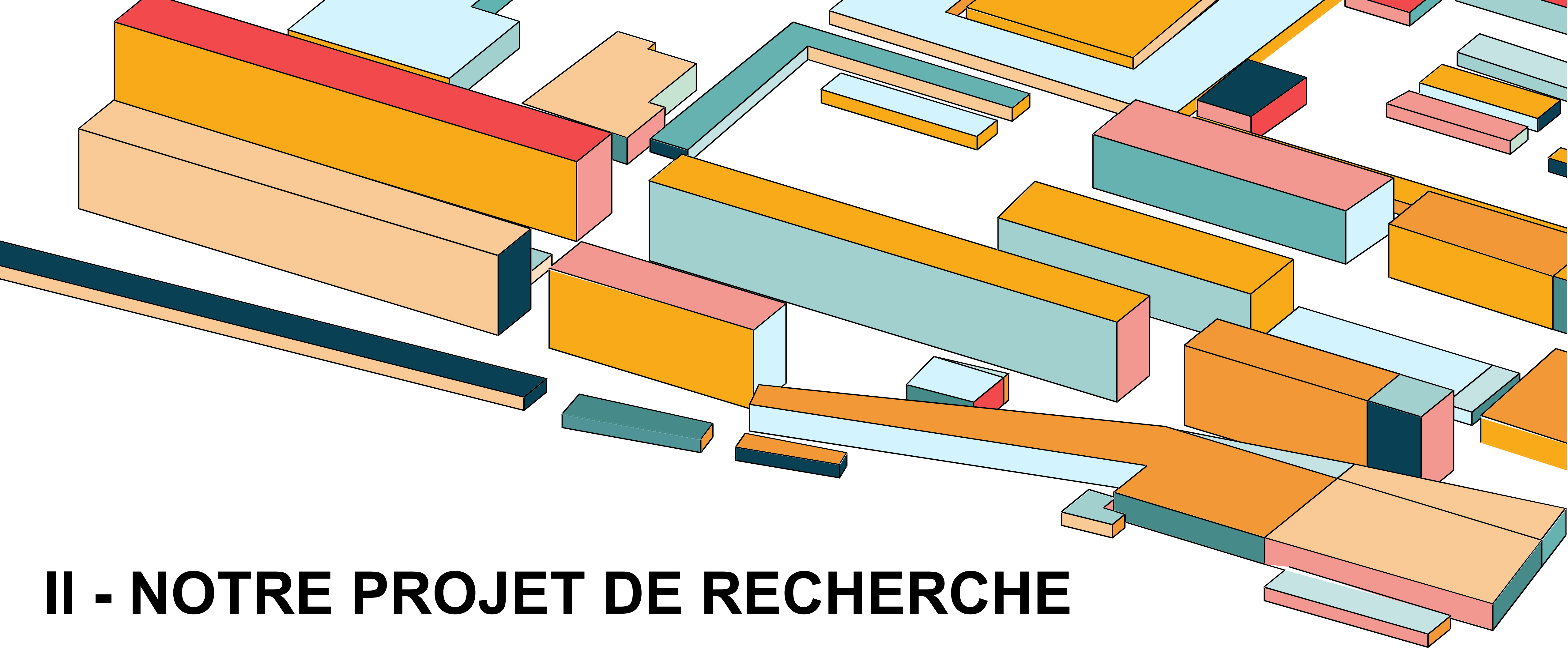
Dolibarr : Gestion des informations des donateurs (envoi de reçus de charité) et des acheteurs

CATALOGUE EN LIGNE SYNCHRONISÉ

En constante synchronisation avec avec le point de vente dans Dolibarr (à venir)

LA RÉCUPÉRATION CHARITABLE DES MATÉRIAUX USAGÉS



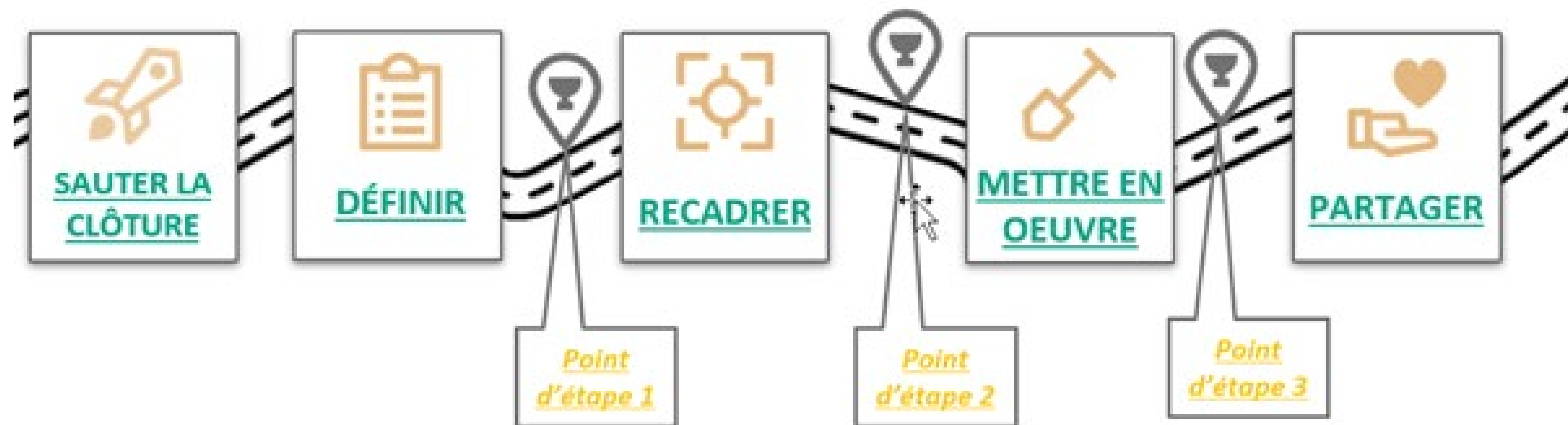


II - NOTRE PROJET DE RECHERCHE

L'Optimisation de la logistique interne pour la commercialisation des matériaux de construction usagés dans un centre de réemploi à Montréal

LES OBJECTIFS DU PROJET

1. Proposer une cartographie des processus de flux logistiques d'un entrepôt de matériaux de réemploi.
2. Générer des scénarios d'aménagement et sélectionner le meilleur aménagement à implanter
3. Produire et diffuser des contenus pédagogiques



LE DÉFI DU PROJET



La problématique du projet

Démystifier, de restructurer les étapes de cette chaîne logistique inverse et de **proposer des solutions logistiques** d'entreposage et de stockage optimales



Portée de la recherche

Développer et mettre en place un processus et une méthodologie spécifiques pour gérer le flux inverse de la construction. **Standardiser** la logistique en adoptant de bonnes pratiques optimales, inexistantes à ce jour.



Complexité du projet

La variabilité des flux et des produits rend complexe la prévision des réceptions et des aménagements.

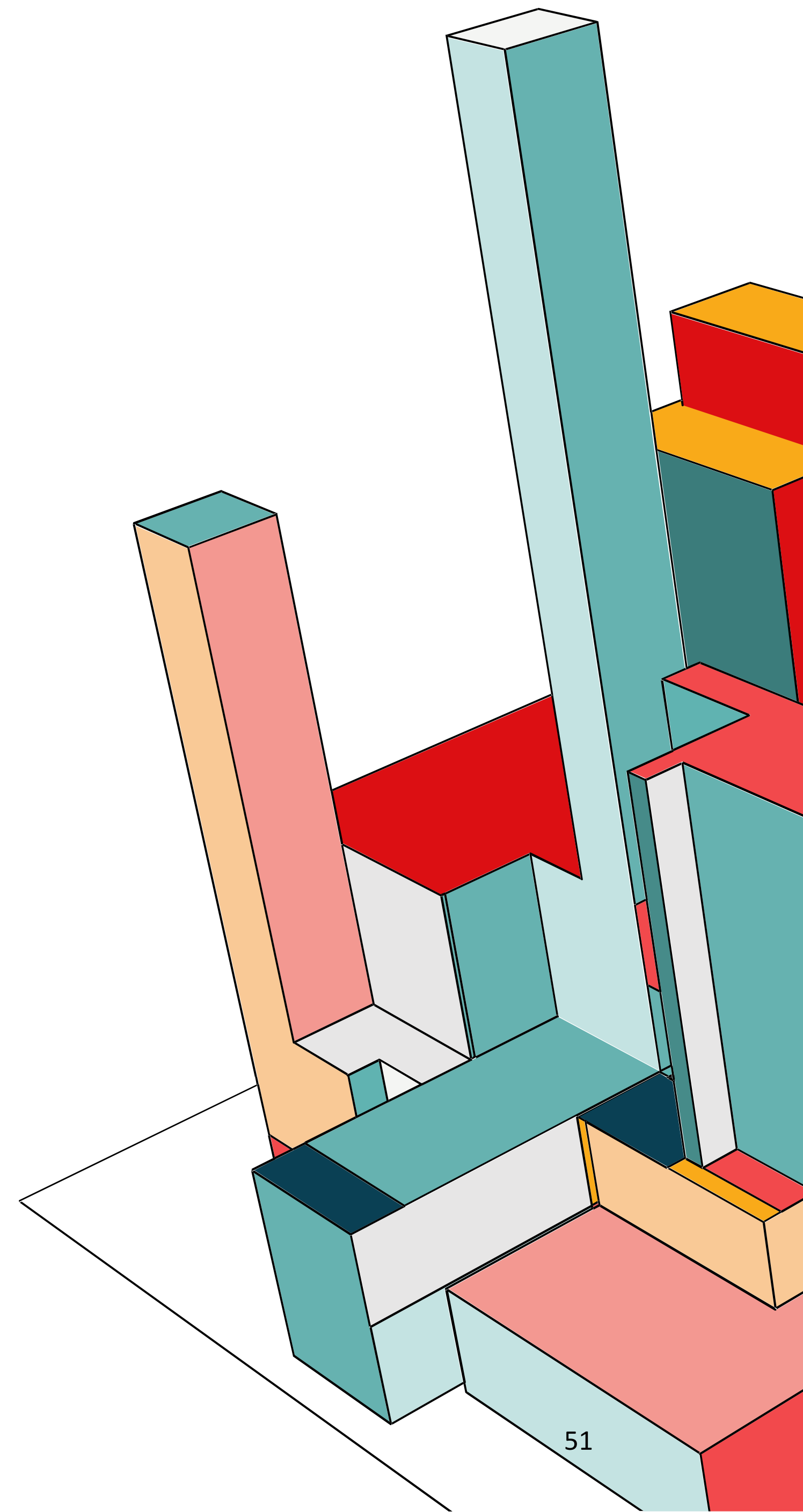
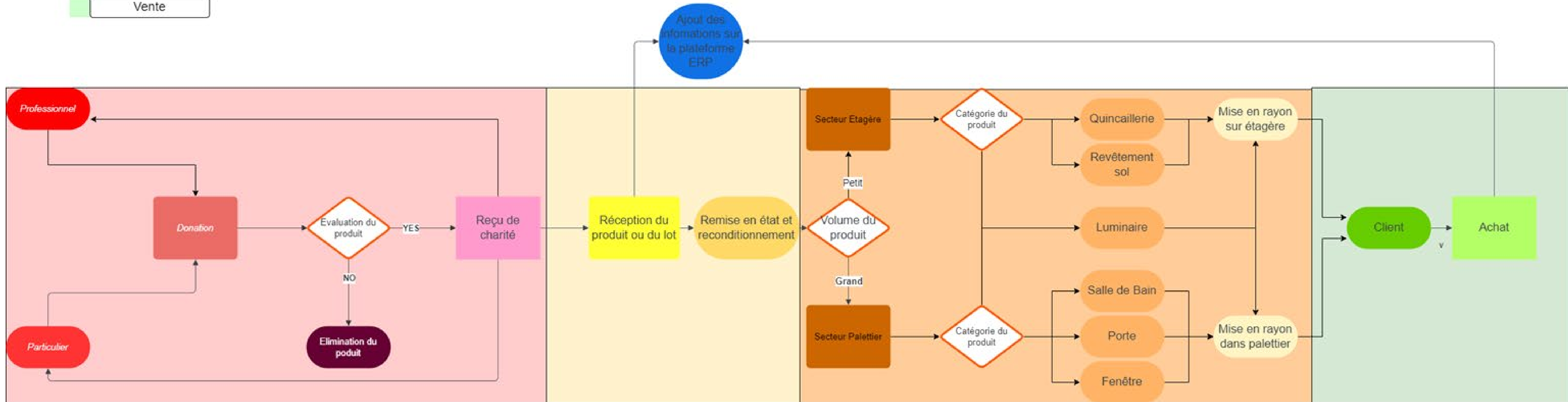
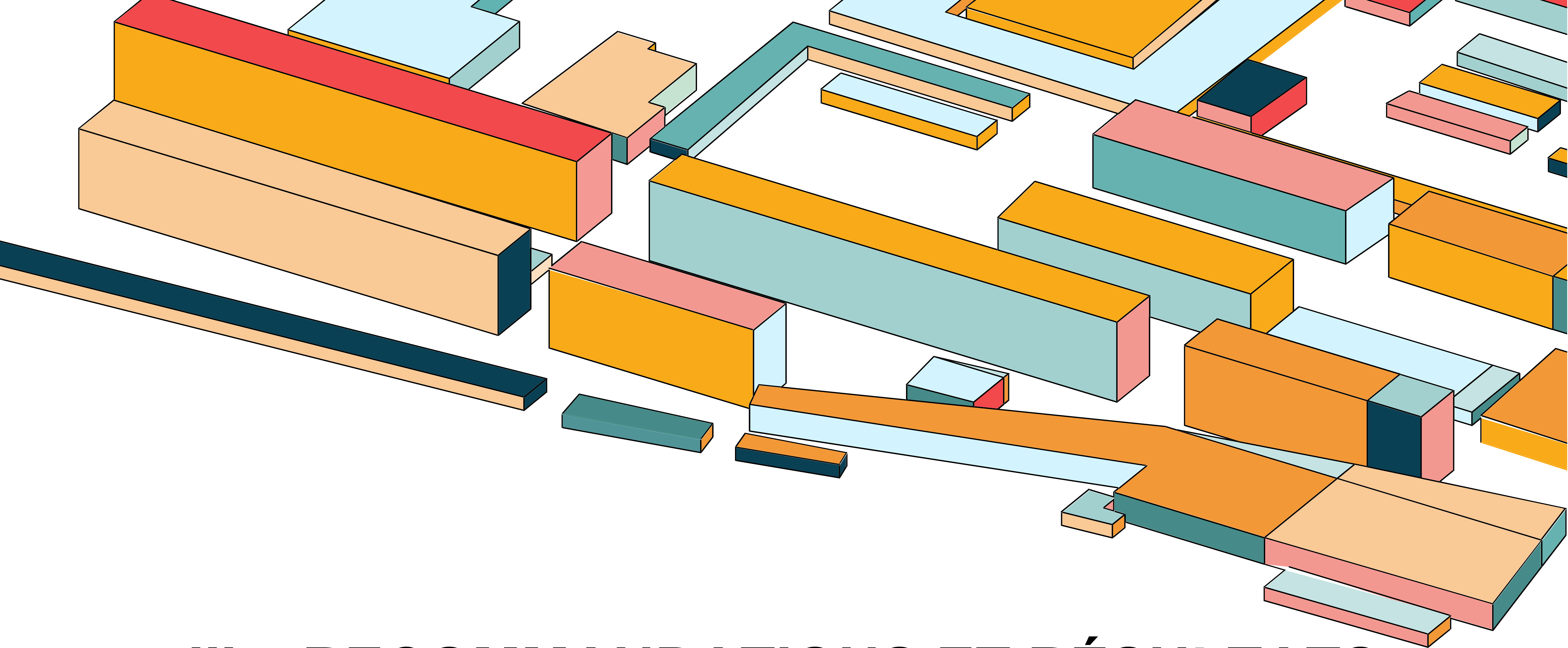


DIAGRAMME DES RELATIONS





III – RECOMMANDATIONS ET RÉSULTATS

GESTION DES DONNÉES

Données des flux entrants

- Quels sont les matériaux à réceptionner ?
- Quelle volume, masse et dimension ?
- Quand ?

Données des flux sortants

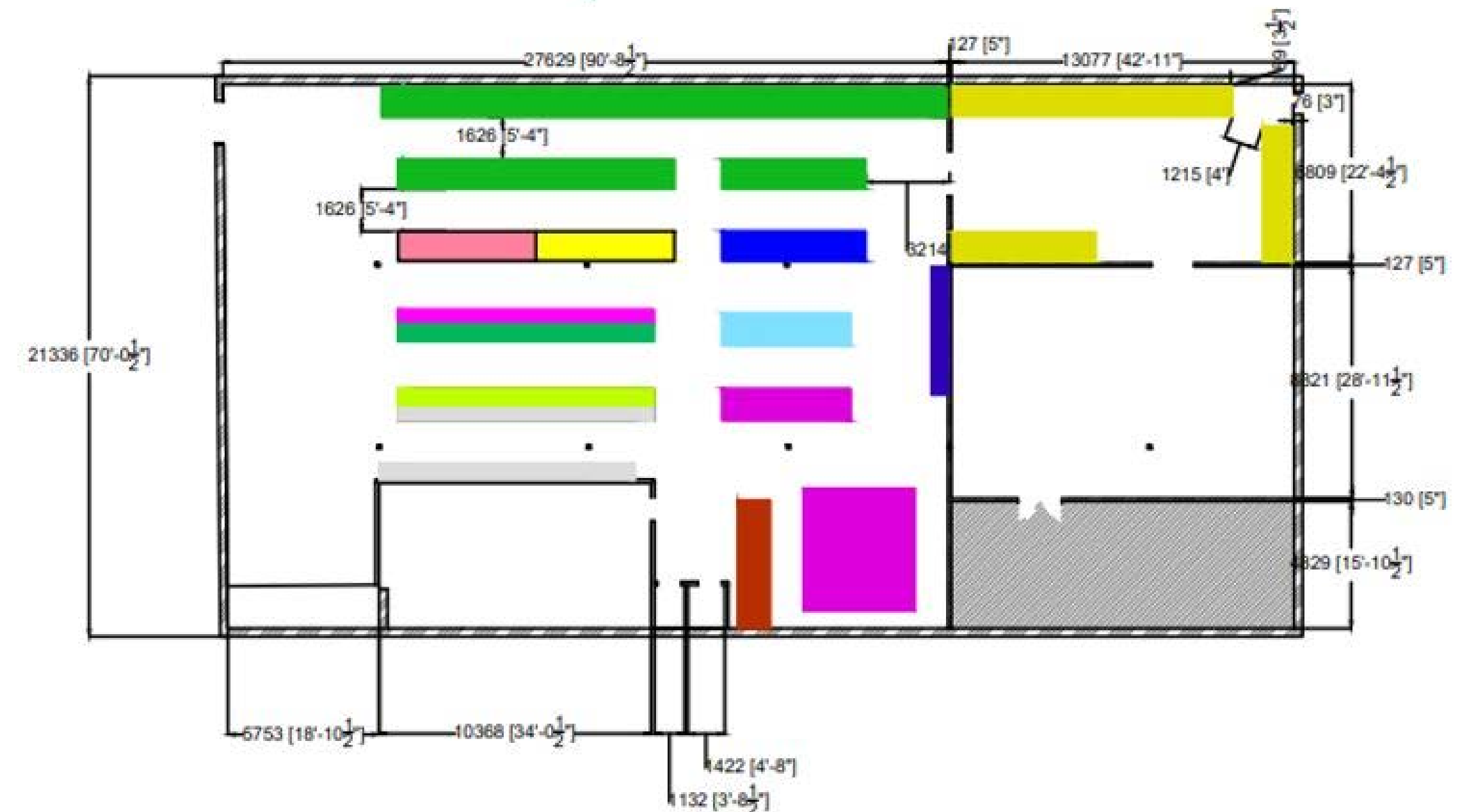
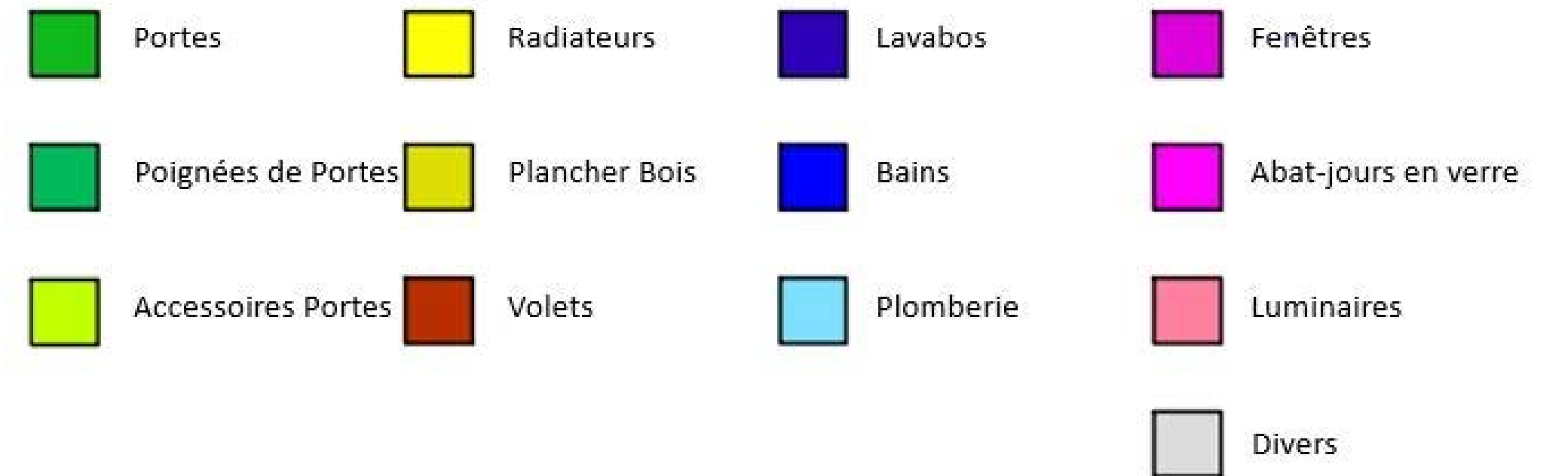
- Volume des ventes en \$
- Volume des ventes en quantité
- Précision de l'historique de vente

Données des flux internes

- Inventaire complet et détaillé
- Données précises sur les produits
- Comment bien conditionner ces produits (emballage) ?
- Où sont stockés nos produits ?

GESTION DE L'ESPACE

- Gestion des volumes
- Gestion des emplacements des produits (Slotting)
- L'occupation et accessibilité de l'espace
- Optimisation des déplacements



Nos Indicateurs Clé de Performance

KPI de gestion interne

- Taux d'occupation
- Taux de roulement
- Taux de rotation des stocks

KPI de vente

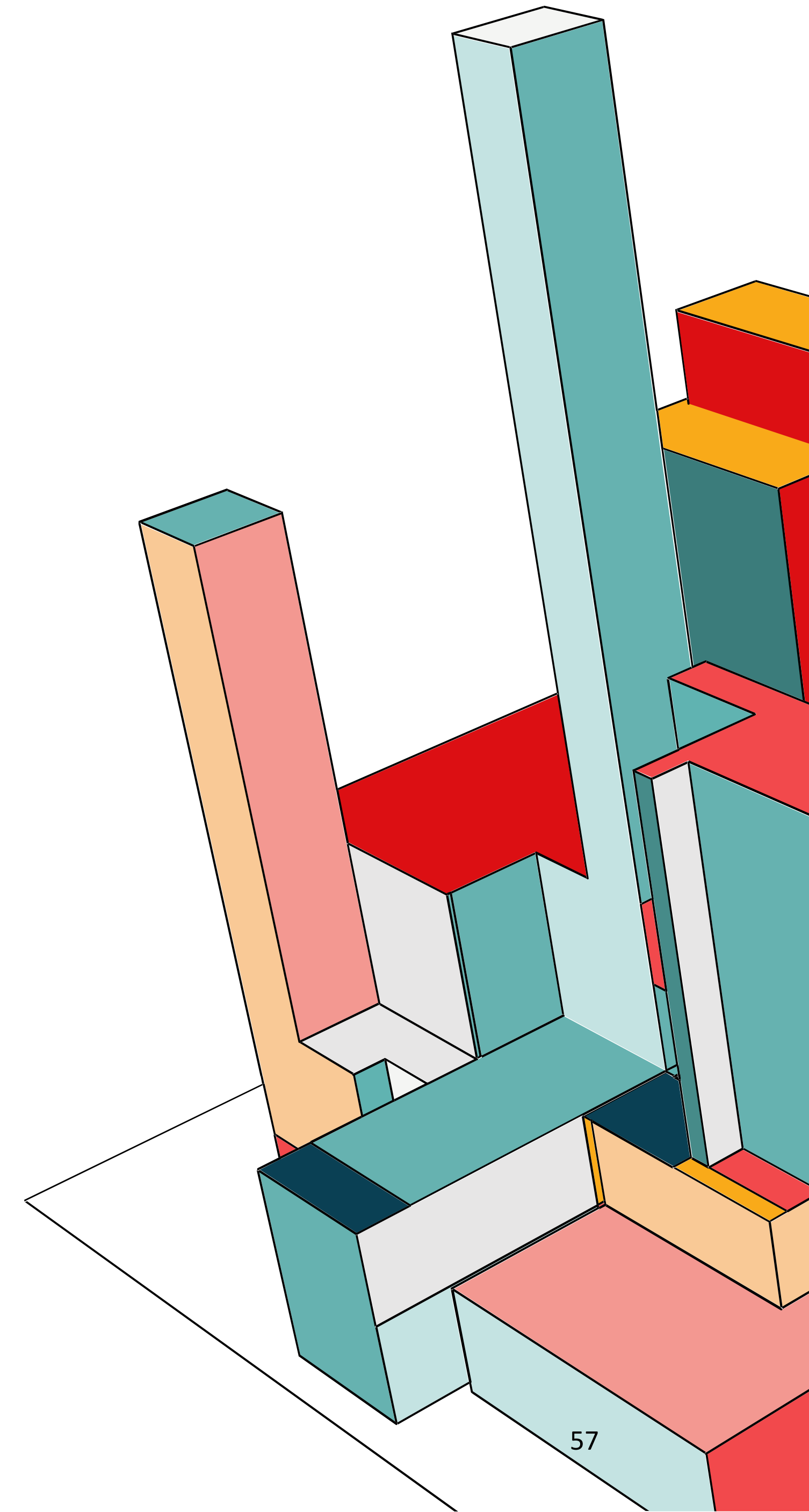
- Top produit (Méthode ABC)
 - En \$
 - En Quantité

KPI environnemental

- Indice de circularité de l'entrepôt
- Volume de CO₂ sauvé

LE MOT D'ASFQ

ASFQ est très heureux d'avoir pu servir de terrain d'expérimentation avec son magasin en développement dans le contexte du laboratoire du CÉRIEC. Les indicateurs de performance développés par Louis Garban vont pouvoir nous aider à consolider nos ventes, en meilleure connaissance de cause. La typologie du nouveau local correspond à un espace commercial avec espace d'entreposage standard (plan rectangulaire sur un seul étage avec plafonds hauts), dont la configuration d'aménagement optimisé sera facilement transposable ailleurs. Nous souhaitons que la documentation et la diffusion des résultats de cette étude pourront assurément servir à soutenir d'autres initiatives similaires à venir. Nous espérons bien que les retombées du projet seront multiples et fructueuses !




MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Vers l'incorporation de granulats bitumineux récupérés (GBR) dans les travaux routiers municipaux au Québec

Éric Lachance-Tremblay, ing., M. Sc. A., Ph. D., professeur



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

-
1. Portrait de l'industrie et description du GBR;
 2. Défis québécois liés au GBR;
 3. Descriptif du projet supporté par le Lab Construction;
 4. Leçons apprises.
- 

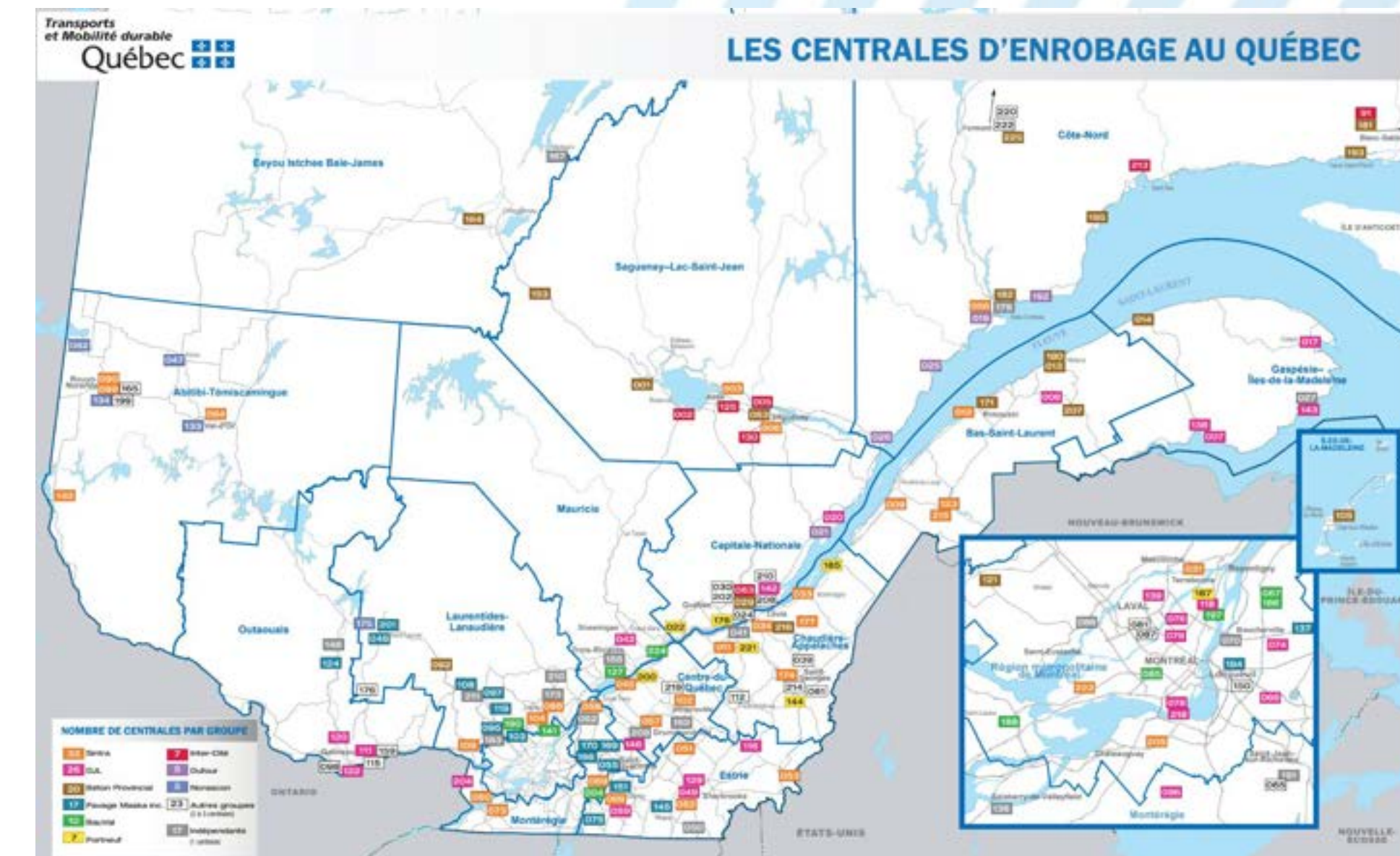


Réutilisation des GBR

- GBR : Granulats bitumineux recyclés (ou récupérés);
 - Le GBR provient des travaux de planage/démolition de chaussées en enrobés bitumineux;
 - Il s'agit de matériaux de bonne qualité (granulats + bitume);
 - Les propriétés du bitume des GBR ont été modifiées sous l'effet du temps;
- La réutilisation des GBR permet:
 - Éliminer la mise aux rebus de matériaux pouvant être recyclés;
 - Diminuer la consommation de ressources naturelles (pétrole + granulats vierges);

L'industrie des enrobés bitumineux au Québec

- 127 centrales d'enrobages actives en 2022;
- Plus de 8 millions de tonnes d'enrobés produites en 2022;
 - 38% MTMD, 36% secteur public, 26% secteur privé;
- Inventaire de GBR au QC : 4 477 122 tonnes;
- 1 155 768 tonnes de GBR réutilisés dans les enrobés (taux moyen de 14,4%);
- 960 282 tonnes de GBR réutilisés en fondation de chaussée.
- Source : Sondage de Bitume Québec en 2022



Source : MTMD

Quelques chiffres...

Exemple pour 1 projet de type PCPR à Montréal
Pierrefonds-Roxboro:

- 35 800 m.ca. de surface planée;
- Rebut de planage: 6700 t. (environ 375 voyages de 12 roues)
- @ 4.4% de bitume, cela représente 295 tonnes de bitume à récupérer (environ 8 citernes de bitume)
- En 2018, 220,000 t. de PCPR (*13 contrats, ville centre*) = 9,700 t. de bitume (260 citernes de bitume, 9.7M\$).



Source : FHWA

Donneur d'ouvrage	% GBR
MTQ	10 ou 20% selon le cas
Montréal	10, 20, voire 30% selon le cas
Québec	20%
Longueuil	0% (à l'étude...)
Laval	20%
Vermont	50%
Maine	30%
New York City	MIN 30%

Réutilisation des GBR

- La réutilisation du GBR en centrale est un processus bien maîtrisé et contrôlé (+ de 20 ans);
- Disparité dans les dosages permis;
- Objectif collectif:
 - Minimalelement, mener les donneurs d'ouvrages qui interdissent le GBR à se mettre au niveau des normes régulières;
 - Augmenter le potentiel de réutilisation du GBR en développant des enrobés performant avec dosage en GBR supérieur à 20%.

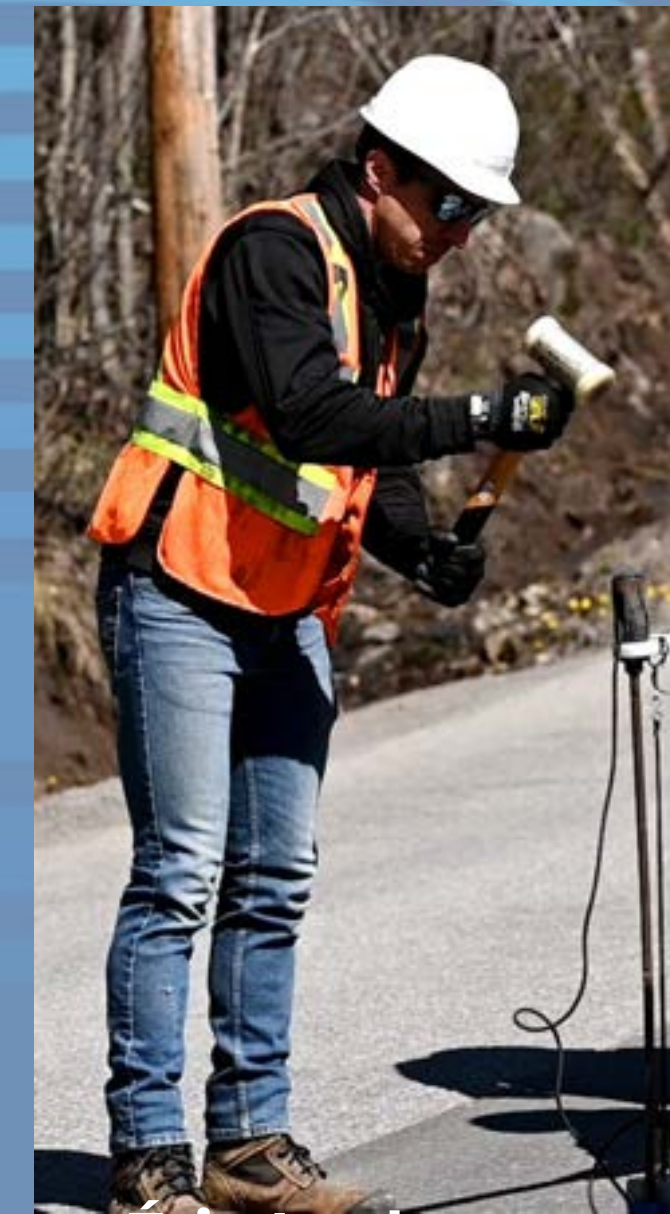
Quels sont les défis québécois liés au GBR?



- Disparité au niveau des exigences techniques d'un endroit à l'autre;
- Cadre contractuel normatif, ne laisse pas de place à l'innovation;
- Méconnaissance et idées préconçues liées à l'utilisation des GBR;
- À dosage élevé, possibilité de réduire la performance aux basses températures des enrobés.

Projet du CERIEC Lab Construction

- Équipe de projet de l'ÉTS : 2 professeurs, 1 PhD, 1 Associé de recherche;
- Partenaire : Municipalité de St-Hippolyte;
- Entrepreneur : sélectionné selon le principe du plus bas soumissionnaire.



Eric Lachance-Tremblay



Diego Ramirez Cardona



Marc-André Bérubé



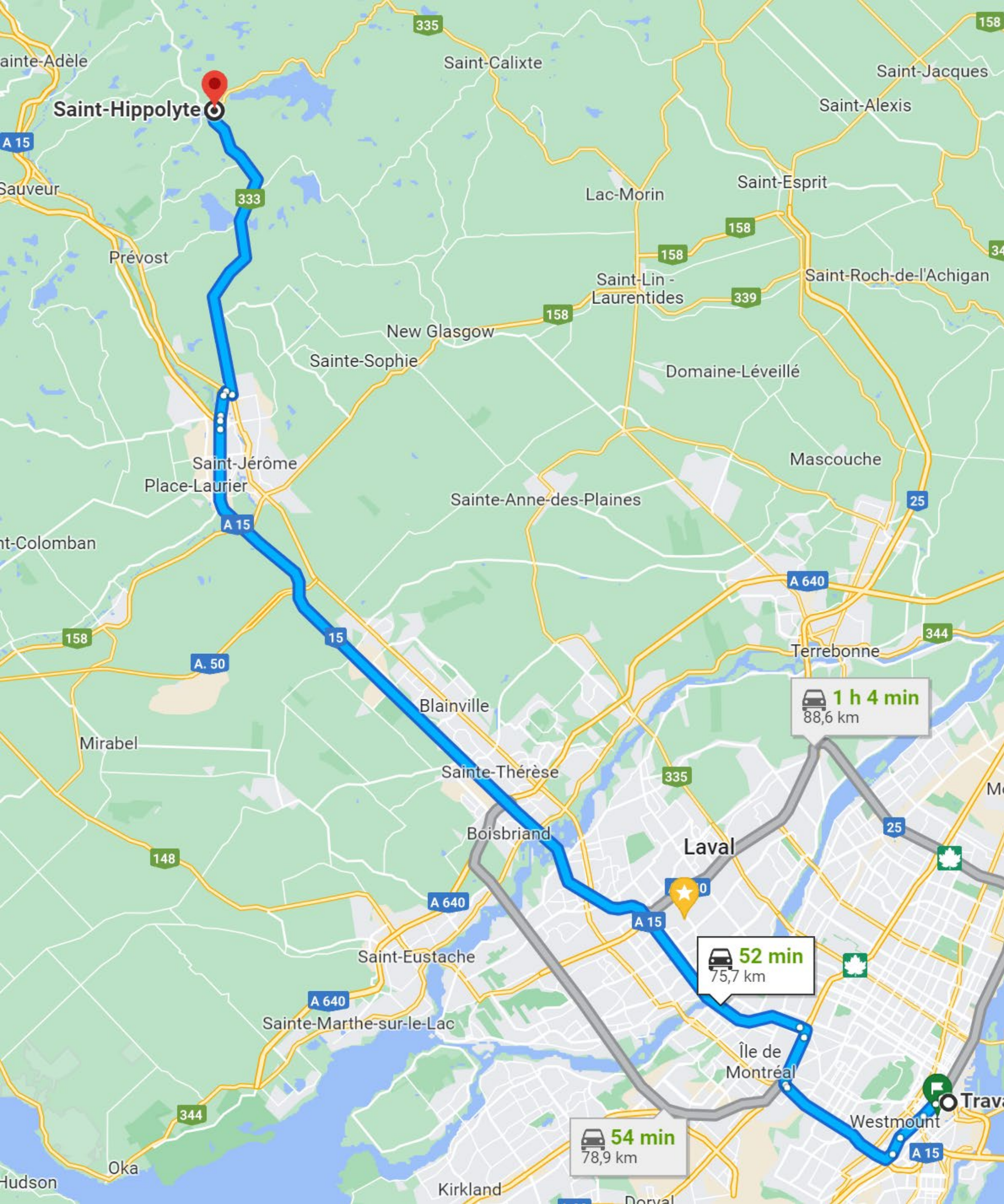
Sébastien Lamothe



SAINT-HIPPOLYTE
BELLE NATURELLE



ÉCOLE DE
TECHNOLOGIE
SUPÉRIEURE
Université du Québec



Projet en question

- Ville de Saint-Hippolyte;
- 30% GBR;
- Caractérisation des matériaux;
- Accompagnement lors de la rédaction de devis;
- Retour sur expérience...non seulement les performances, mais l'intégration contractuelle.

Particularités du projet

1. Note au devis : projet de R&D;
2. Prescription de type « performance » de l'enrobé avec fort taux de GBR;
3. Milieu rural;



Intégration au devis des généralités

4.1.2.9 Projet de recherche et développement (R&D)

La Municipalité souhaite réaliser un projet de recherche et développement (R&D) sur le chemin du Lac-Bleu en collaboration avec l'École de technologie supérieure (ÉTS). À l'endroit sélectionné, l'adjudicataire devra fournir et mettre en place un enrobé bitumineux utilisé en couche de surface et contenant de 25 à 30 % de granulats bitumineux récupérés (GBR). Des détails supplémentaires concernant la fourniture et la mise en place de cet enrobé à fort taux de GBR sont présentés à la section 4.7.4.4. L'adjudicataire devra offrir une pleine collaboration avec la Municipalité et l'équipe de l'ÉTS lors de la réalisation des travaux.

4.7.4.4.2 Enrobés dits « à fort taux de GBR » préparés et posés à chaud

4.7.4.4.2.1 Généralités

L'enrobé à fort taux de GBR (de 25 à 30 %) est prévu pour être utilisé en couche de surface. La méthode de formulation et le choix des composants sont laissés à la discrétion de l'adjudicataire. Toutefois, l'enrobé bitumineux doit rencontrer les exigences de performance du présent devis. Les exigences suivantes s'appliquent :

- a) Le fuseau granulométrique du combiné granulaire doit présenter une profondeur moyenne de texture (hauteur au sable) minimale de 0,6 mm selon la norme ASTM D965. Dans la pratique, un fuseau granulométrique entre 40 et 50 % passant au tamis 5 mm permettrait de rencontrer cette exigence. Le pourcentage passant au tamis 14 mm doit être de 100 %;
- b) La teneur en bitume totale minimale doit être de 4,40 %;
- c) Le bitume d'ajout doit contenir un additif pour enrobé tiède et à haute résistance au désenrobage (THRD);
- d) Le grade de bitume PG Hn-L final (après remobilisation du bitume des GBR et du bitume d'ajout) doit rencontrer minimalement les exigences pour un bitume de grade PG 58H-34;
- e) L'utilisation de bardeaux d'asphalte post-fabrication et post-consommation est interdite.

Notes au devis : projet de R&D

Intégration au devis des exigences de performances

4.7.4.4.2.5 Contrôle des caractéristiques de l'enrobé bitumineux à fort taux de GBR

L'acceptation des enrobés bitumineux à fort taux de GBR se fera à partir d'échantillons prélevés lors des travaux sur lesquels des essais seront réalisés par le mandataire du maître de l'ouvrage. Des carottes peuvent être prélevées à la fin des travaux. Les échantillons prélevés lors des travaux serviront à évaluer la conformité des enrobés bitumineux. Ces enrobés bitumineux sont jugés conformes s'ils rencontrent les caractéristiques spécifiées au présent devis, s'ils sont suffisamment compactés et que l'épaisseur des couches respecte celle spécifié au bordereau des quantités.

TABLEAU II - EXIGENCES POUR LES ESSAIS RÉALISÉS SUR LES ENROBÉS À FORT TAUX DE GBR

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

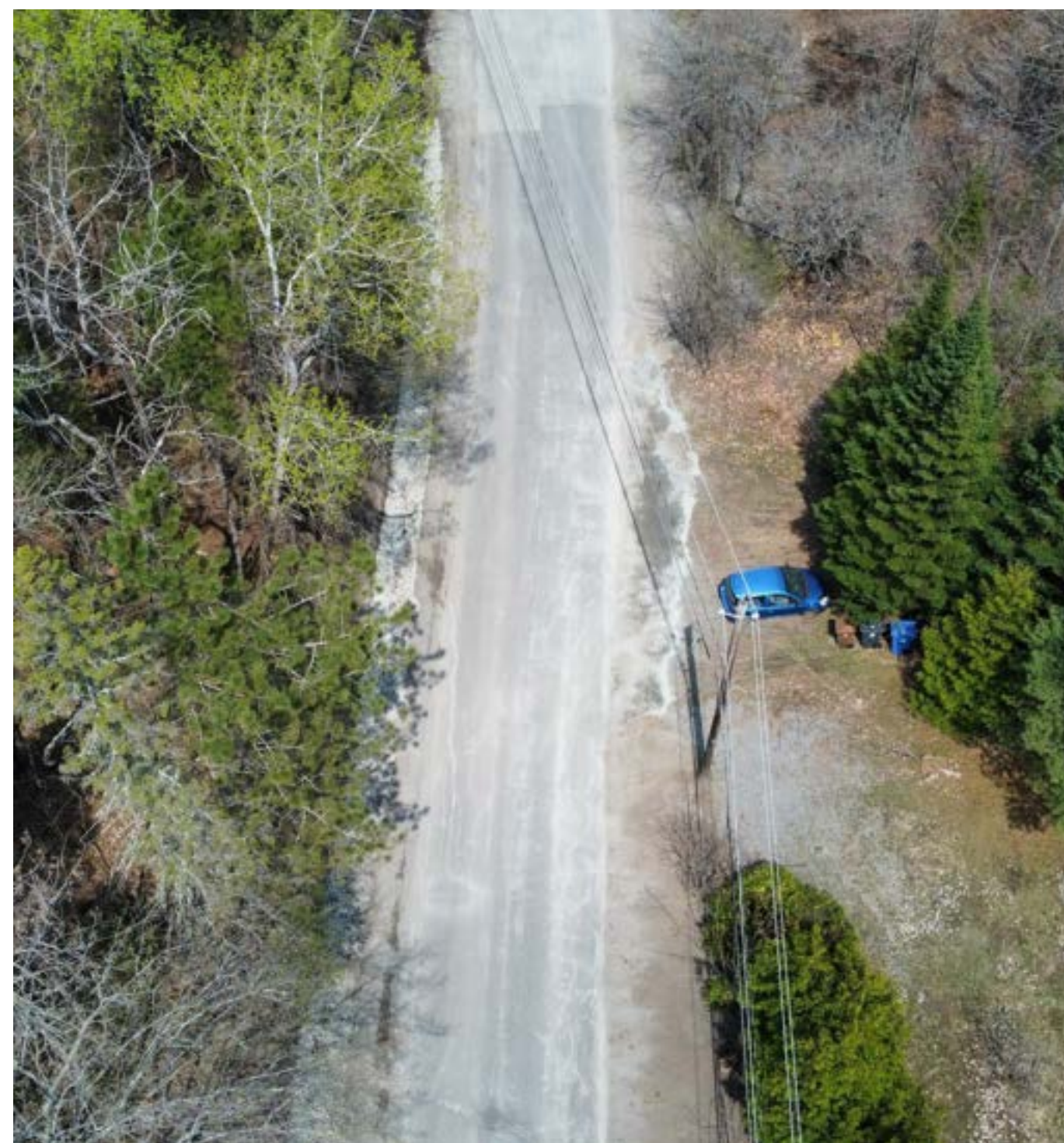
Spécifications des exigences selon une approche de type « performance »
Caractérisation à l'étape de la conception et lors de la réalisation des travaux

Caractérisation préalable du chantier

Sondage stratigraphique



Relevé visuel des défauts

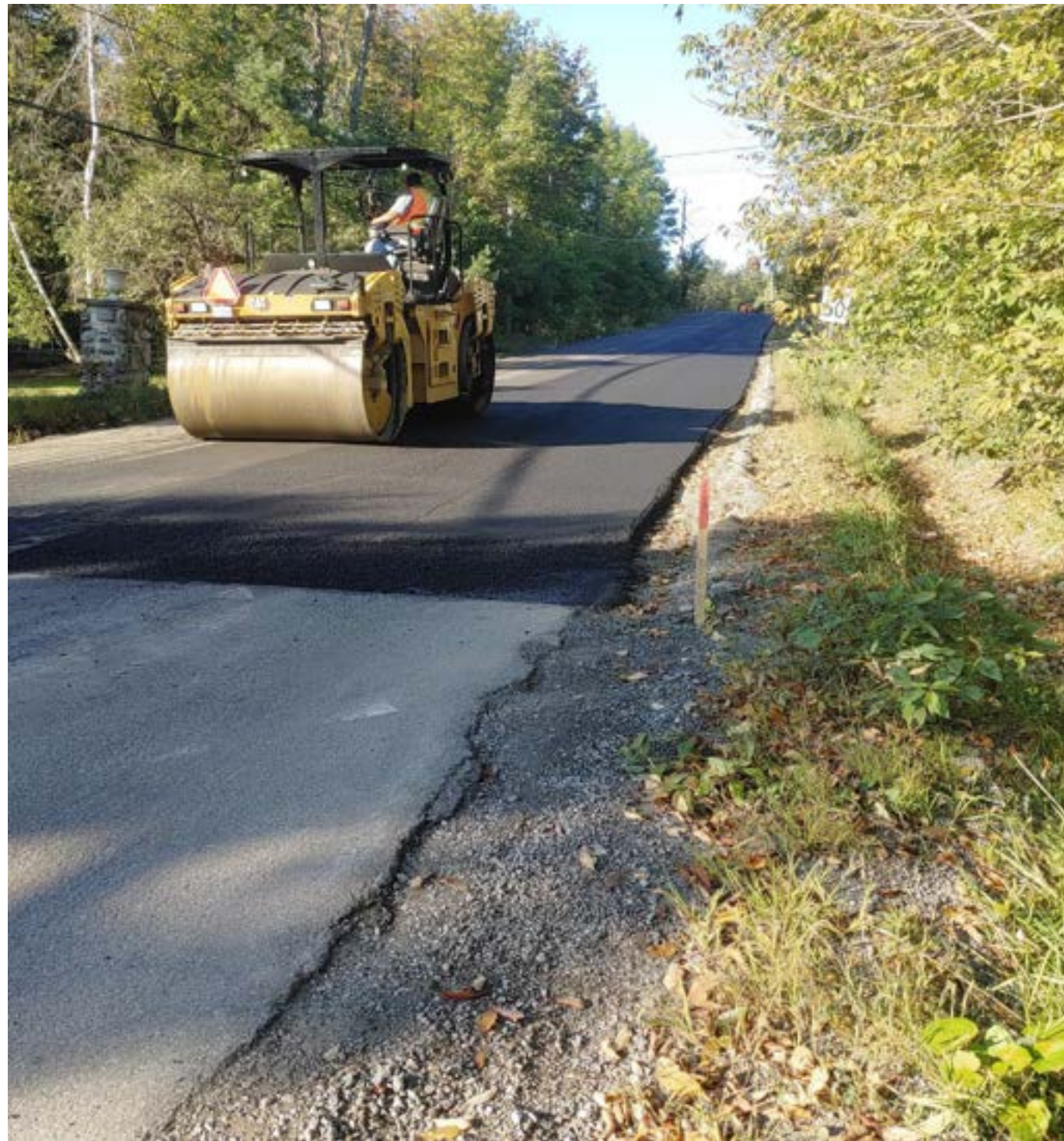


Caractérisation de la structure de chaussée



Réalisation des travaux de la planche d'essai

Vérification de la compacité



Mise en œuvre



Fabrication en usine



Leçons apprises

1. L'intégration d'un projet de R&D dans un projet standard apporte son lot de défis;
2. L'approche de type « performance » demeure méconnue dans l'industrie;
3. La réalisation d'essais de performance pose des défis;
4. La conception de ces matériaux doit se faire avec une marge de manœuvre;
5. La coopération entre tous les intervenants est essentielle au bon déroulement du projet.

Merci!

Éric Lachance-Tremblay, ing., M. Sc. A., Ph. D., professeur
eric.lachance-tremblay@etsmtl.ca



Valorisation du bardeau d'asphalte dans les matériaux de chaussée

Rendez-vous des écomatériaux 2023
Jean-Claude Carret



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



Sommaire de la présentation

1. Contexte
2. Objectifs du projet
3. Méthodologie
4. Résultats et discussion
5. Conclusions et perspectives

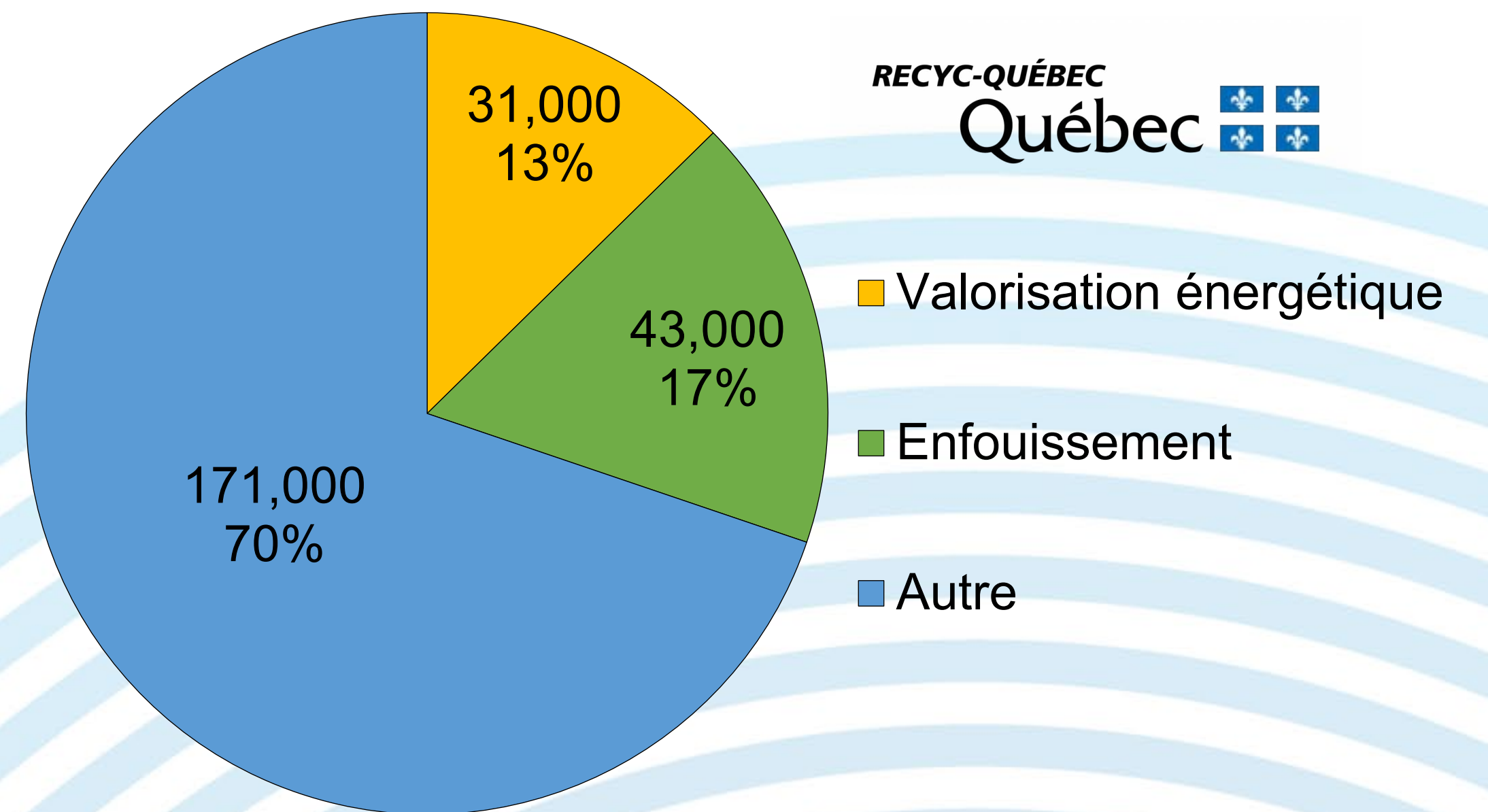
1. Contexte

- Environ 245,000 tonnes de bardeau d'asphalte post-consommation (BAPC) sont produites annuellement au Québec
- Le taux de valorisation du BAPC est de seulement 13% (valorisation énergétique uniquement)
- **Aucune valorisation dans les matériaux de chaussée**



<https://www.toiturepro.com/dommages-visibles-aux-bardeaux-d-asphalte/>

Débouchés pour le BAPC au QC (chiffres en tonnes)



1. Contexte

- Règlementaire



L'utilisation systématique de 3 à 5% de BAPC dans les 6,5 millions de tonnes d'enrobés produites annuellement au Québec permettrait de **valoriser tout le BAPC généré** en plus d'une **économie d'environ 10,000 tonnes de bitume !**



➤ Le MTMD autorise l'utilisation de **5% de BAPC en couche base et 3% en couche de surface** (à l'exception des autoroutes) et fixe le **facteur de mobilisation à 25%** (Norme LC-4202)



➤ Les usines d'asphalte doivent faire une demande de **modification du certificat d'autorisation** délivré par le MELCC **pour utiliser du BAPC**. Cette réglementation est en cours de mise à jour

- Économique



➤ Les **coûts de gestion du BAPC** (25\$ à 35\$ / tonne pour l'enfouissement et > 35\$ / tonne pour la production de combustible) **sont trop bas** pour favoriser le développement de filières de revalorisation plus nobles

- L'exemple des USA



➤ 10 millions de tonnes de BAPC sont produites chaque année dont 1,8 millions sont valorisées dans les enrobés bitumineux soit **18%** seulement pour cette filière ! **Le facteur de mobilisation considéré est 100%**



2. Objectifs du projet

- Formuler en laboratoire un matériau de resurfaçage sur faible épaisseur incorporant une forte teneur en BAPC (> 10%)
- Estimer le taux de mobilisation du bitume contenu dans le BAPC
- Évaluer l'influence du BAPC sur le comportement mécanique du matériau
- Valider la faisabilité du mélange en usine (en cours)

3. Méthodologie

I. Caractérisation et conditionnement du BAPC fourni par la



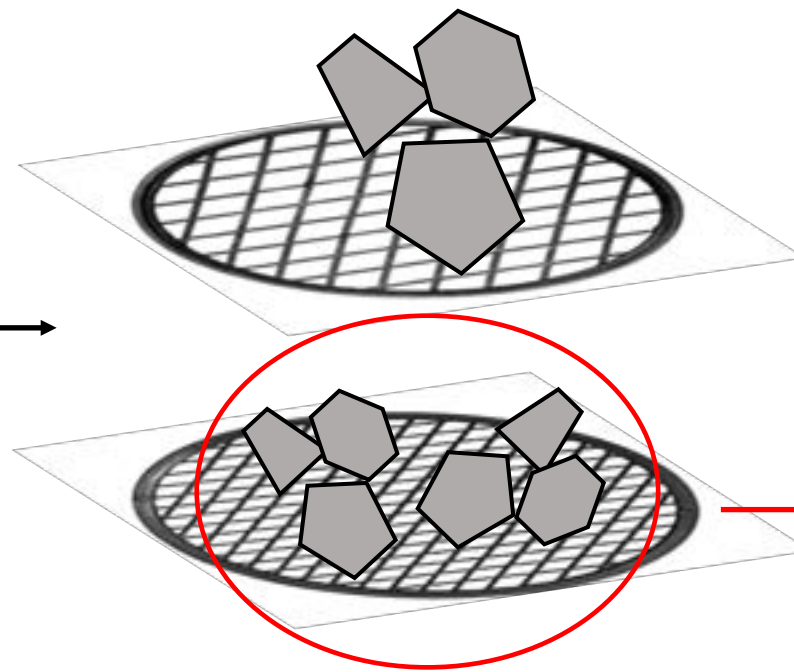
Régie intermunicipale
de traitement des matières
résiduelles de la Gaspésie



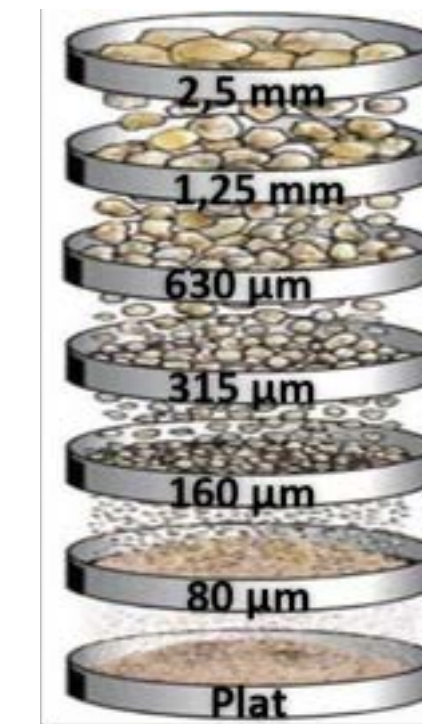
BAPC initial



Séchage à 40°C



Tamisage à 2,5mm



Granulométrie
(LC 21-040)



Teneur en bitume au four
à ignition (LC 26-006)

II. Formulation d'1 mélange de référence sans BAPC et de 2 mélanges avec 10% et 25% de BAPC

- Essais de compaction Marshall (LC 26-020) avec différentes teneurs en bitume d'apport

III. Évaluation des performances mécaniques des mélanges et comparaison des résultats

- Essais de tenue à l'eau (LC 26-001)
- Essais d'orniérage (LC 26-410)

4. Résultats et discussion

Caractéristiques des mélanges et du BAPC

Propriétés du BAPC

< 2,5 mm (%)	Bitume (%)
≈ 40	16,3

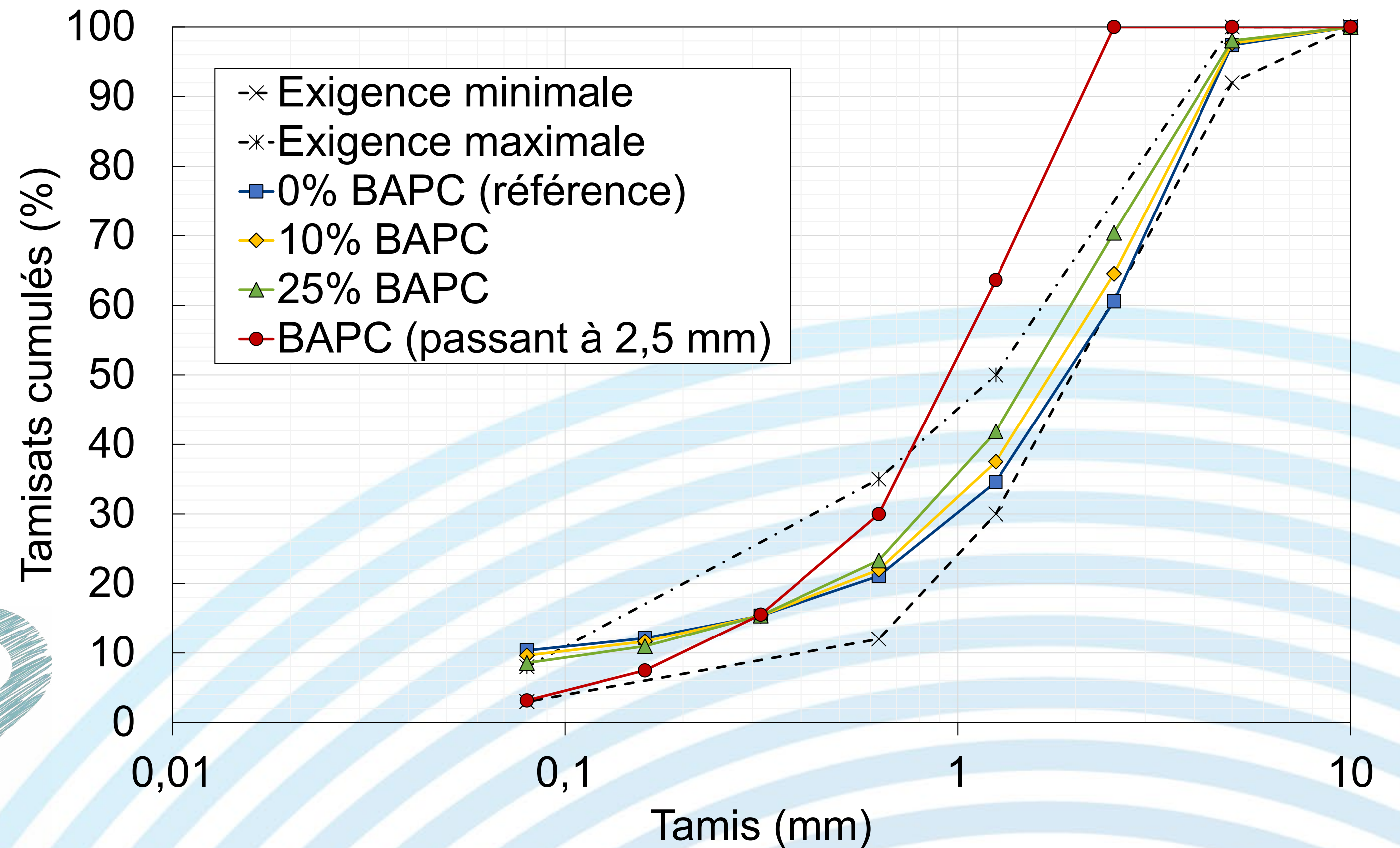
Propriétés des mélanges formulés

BAPC (%)	Densité maximale	Bitume d'apport (%)
0	2,502	5,8
10	2,476	5
25	2,451	4

* % exprimés en fonction de la masse granulaire totale



Courbes granulométriques des 3 mélanges formulés et de la fraction de BAPC passant à 2,5 mm



4. Résultats et discussion

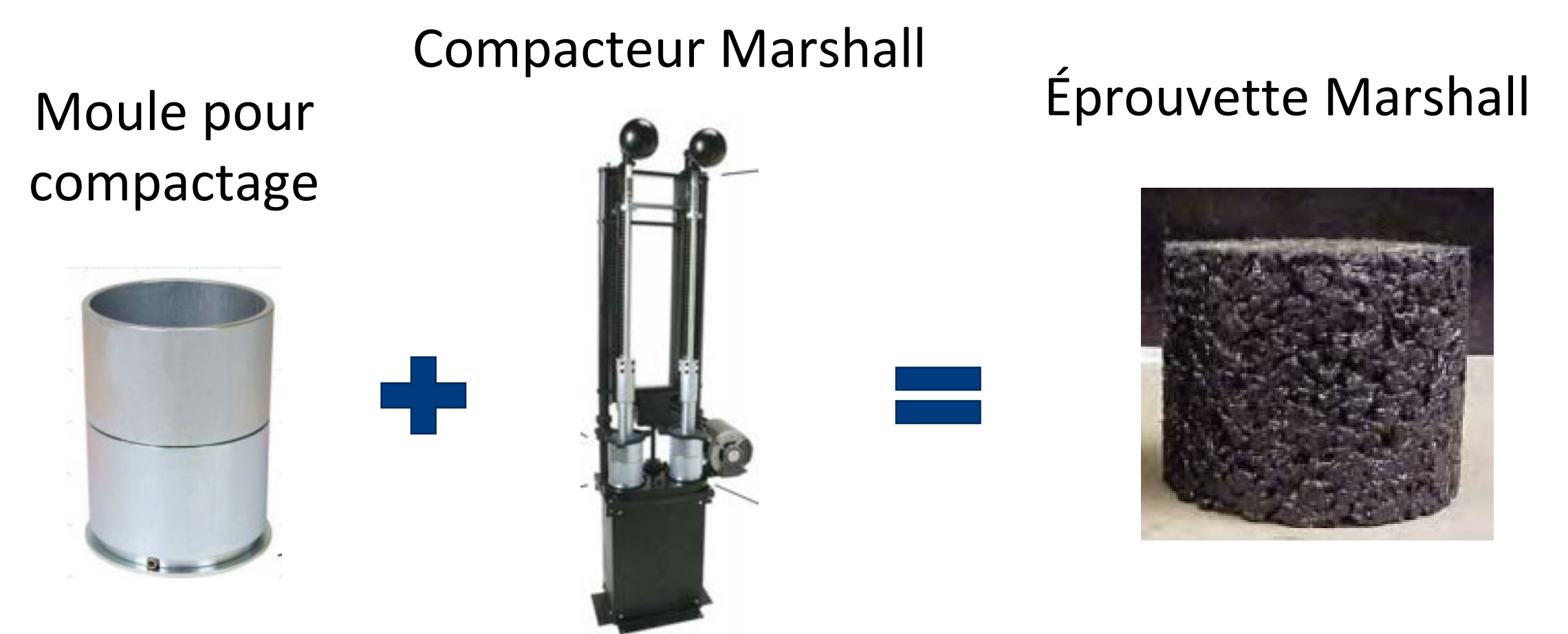
Essais de compaction Marshall (LC 26-020)

Résultats des essais de compaction Marshall avec différents % de bitume d'apport

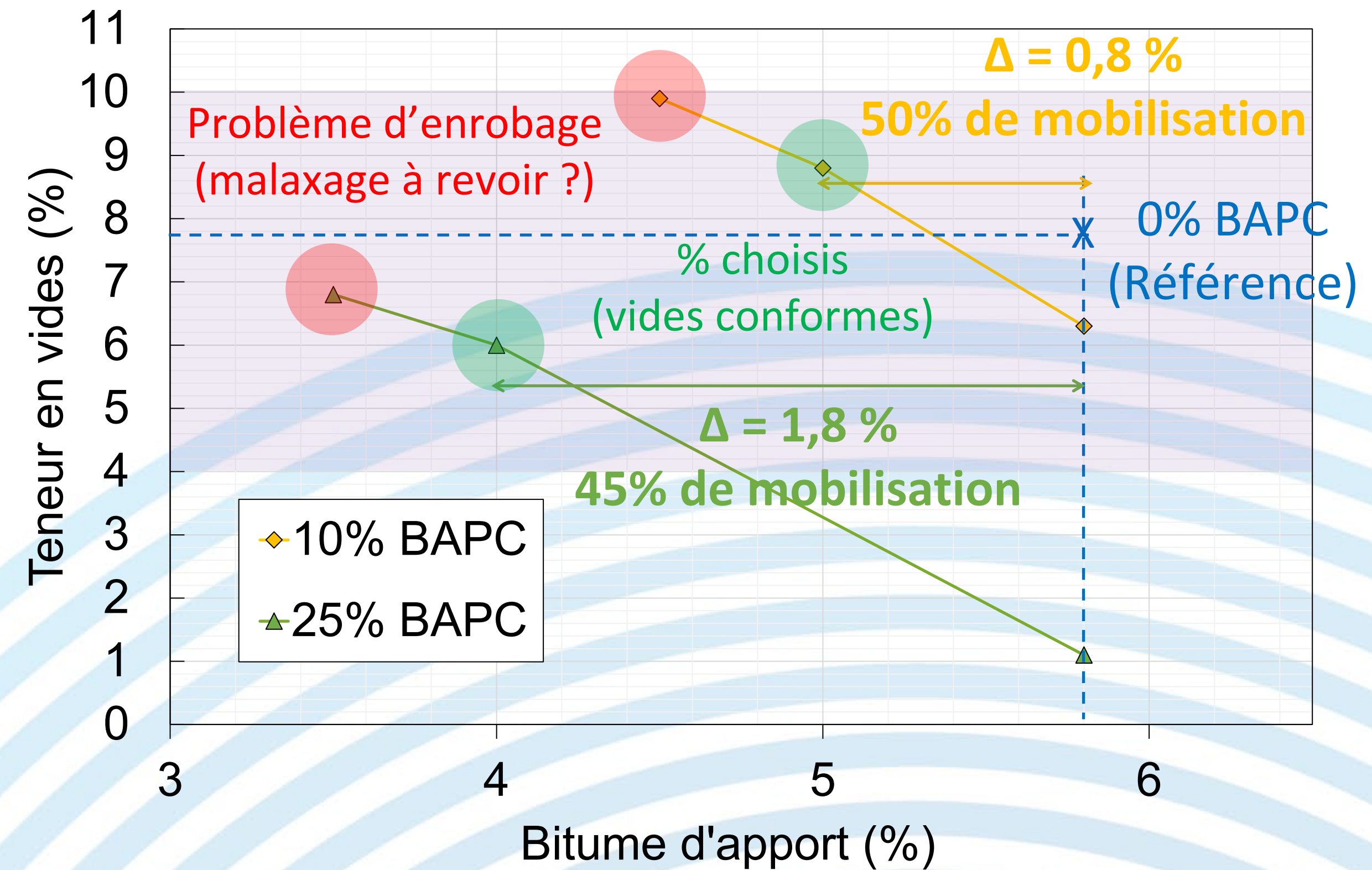
BAPC (%)	Bitume BAPC (%)	Bitume d'apport (%)	Teneur en vides (%)
0	0	5,8	7,8
10	1,6	5,8	6,3
		5	8,8
		4,5	9,9
25	4,0	5,8	1,1
		4	6,0
		3,5	6,8

* % de bitume exprimés en fonction de la masse granulaire totale

Exigence fiche technique : 4 à 10% de vides



Teneur en vides selon le % de bitume d'apport



4. Résultats et discussion

Tenue à l'eau par trempage (LC 26-001)



Essais Marshall (LC 26-060) sur éprouvettes sèches et après 24h dans un bain à 60°C

Stabilité = Force maximale à la rupture

Résultats des essais de tenue à l'eau par trempage

BAPC (%)	Teneur en vides (%)	Stabilité sèche (N)	Stabilité humide (N)	Tenue à l'eau (%)
0	8,4	15 206	13 341	87,7
10	5,1	20 818	16 925	81,3
25	6,9	17 364	14 304	82,4

* Ces valeurs sont les moyennes des résultats obtenus sur 3 à 6 éprouvettes

Exigences fiche technique :

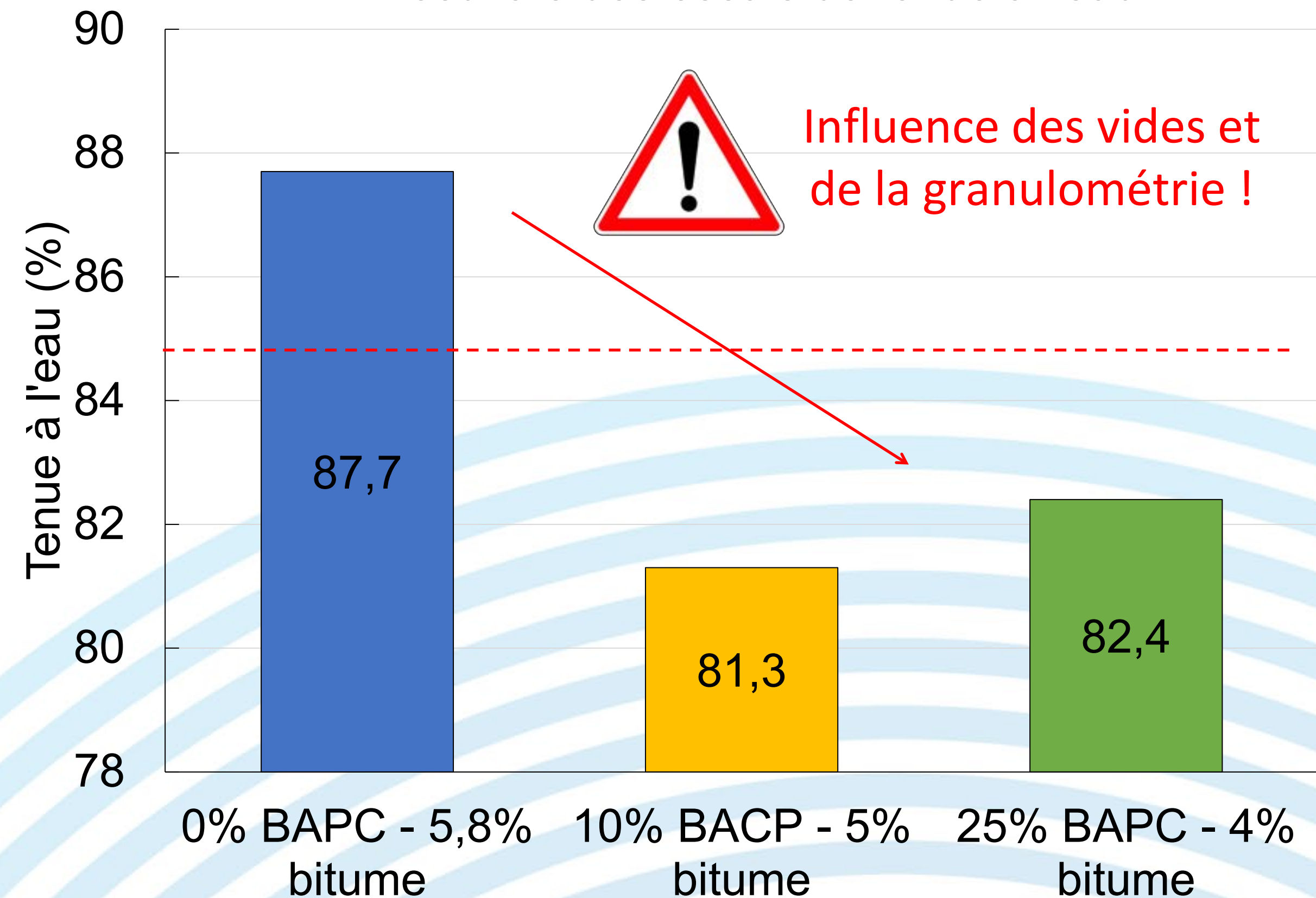


- Stabilité > 12 000 N : **OK pour tous les mélanges**



- Tenue à l'eau > 85% : **Non respecté pour les mélanges avec BAPC**

Résultats des essais de tenue à l'eau



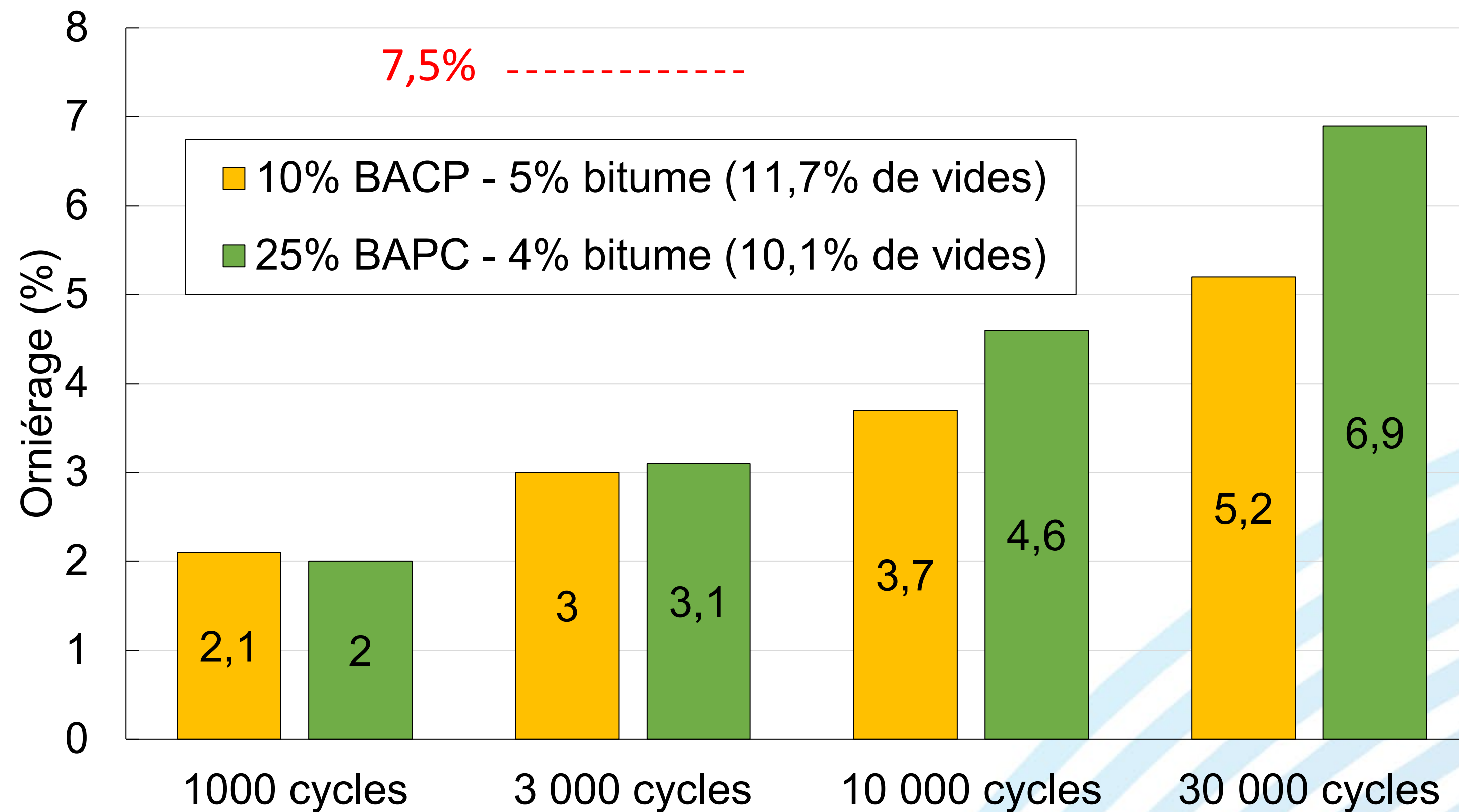
4. Résultats et discussion

Orniérage (LC 26-410) sur les mélanges avec BAPC



Cycles de chargement
répétés à haute
température (58°C)

Résultats des essais d'orniérage



Exigences fiche technique :

- 3000 cycles < 7,5% : **OK**
- 10 000 cycles < 10% : **OK**

Le BAPC permet d'obtenir une
bonne résistance à l'orniérage !



Mélange avec 10% BAPC
après 30 000 cycles



5. Conclusions et perspectives

- La valorisation du BAPC dans les matériaux de chaussée est possible, y compris pour des fortes teneurs en BAPC
- Le taux de mobilisation de 25% fixé par le MTMD est sous-estimé
- Le bitume oxydé du BAPC permet d'avoir une bonne résistance à l'orniérage, mais la tenue à l'eau est un point sensible
- Un mélange avec 10% de BAPC sera formulé en usine prochainement pour vérifier la faisabilité à échelle industrielle
- Le cadre réglementaire (MTMD, MELCC) devra être modifié pour inciter à revaloriser le BAPC dans les matériaux de chaussée

Merci pour votre attention !

Jean-Claude.Carret@etsmtl.ca



Partenaires financiers du lab construction :



Discussion avec les panélistes



NATHALIE DRAPEAU

La déconstruction menant au réemploi...
pour en finir avec l'approche démolition!



CAROLINE THOMASSET-LAPERRIÈRE

Comment optimiser la logistique interne d'un
centre de réemploi?



LOUIS GARBAN

Comment optimiser la logistique interne d'un
centre de réemploi?



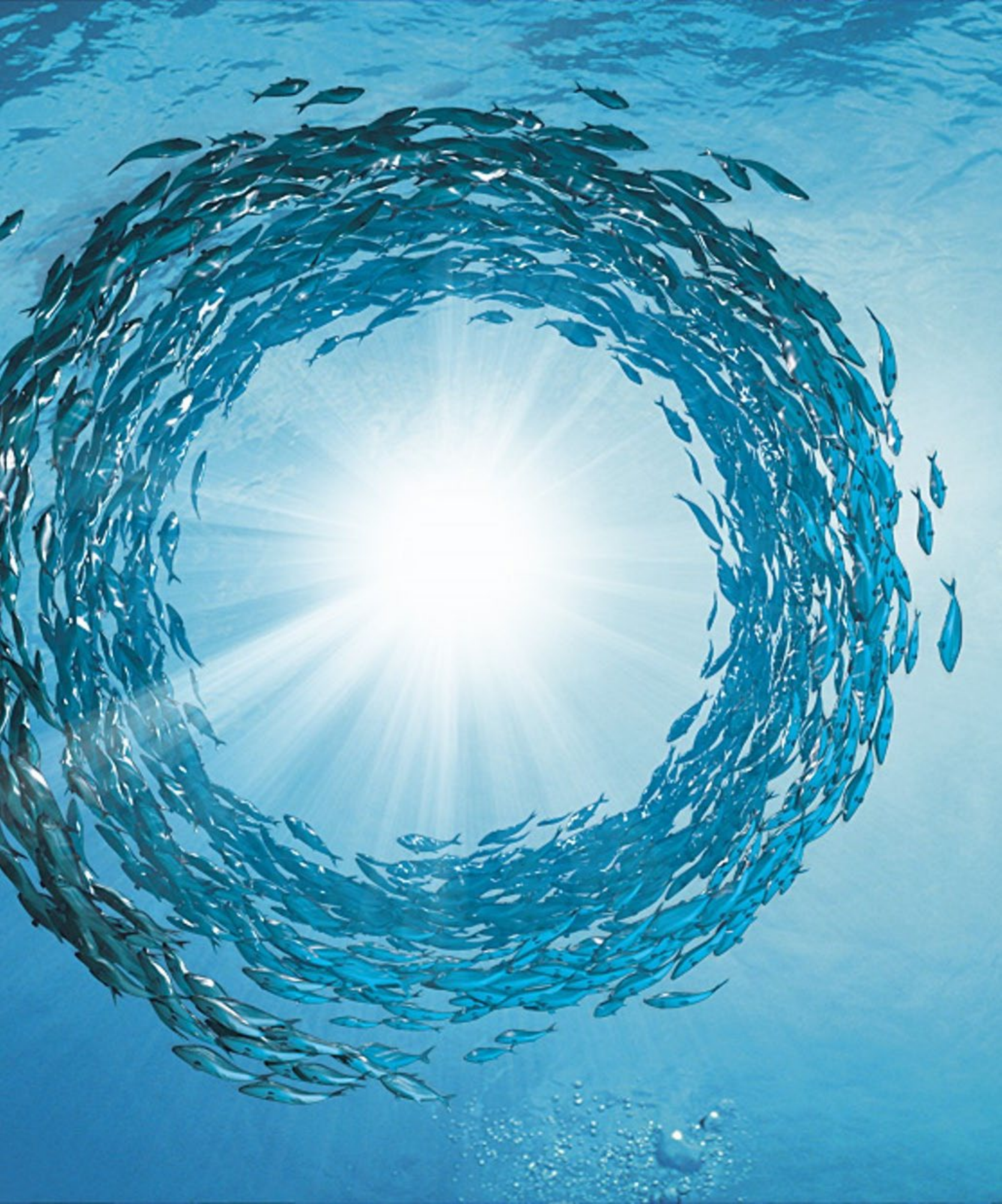
ÉRIC LACHANCE-TREMBLAY

Vers l'incorporation de granulats
bitumineux récupérés (GBR) dans les
travaux routiers municipaux au Québec



JEAN-CLAUDE CARRET

Valorisation du bardeau d'asphalte
dans les matériaux de chaussée



Conclusion

- Des solutions existent pour maximiser le potentiel de réemploi et de valorisation des CRD et limiter le recours aux ressources vierges
- Il faut aussi déployer un éventail de solutions en amont de la chaîne de valeur et agir dès la conception des bâtiments et infrastructures
- Chaque acteur a sa part à faire : est-ce que vous embarquez ?

**Publication des résultats et outils issus des projets du lab construction en 2024.
Restez à l'affût !**

Avez-vous des questions ?



8^e ÉDITION

LE RENDEZ-VOUS DES ÉCOMATÉRIAUX

ÉCHANGES ET VALORISATION DES COMPÉTENCES



Merci !

alice.rabisse@etsmtl.ca



CERIEC
Centre d'études
et de recherches
intersectorielles
en économie
circulaire

