



**CAMPUS  
DES MÉTIERS  
ET DES  
QUALIFICATIONS**  
Éco-construction  
et efficacité énergétique  
Grand Est

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

## Économie circulaire dans le secteur de la construction

*Aide à la structuration de la pratique du réemploi de matériaux de construction par l'analyse de retours d'expériences - Cas de l'Eurométropole de Strasbourg*

Financé par le Campus des Métiers et des Qualifications et accueilli par l'unité de recherche AMUP de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Strasbourg



**Louise Eich**

IMT Nord Europe, promotion 2023

Mai à septembre 2023

Direction scientifique - Emmanuel Dufrasnes, Professeur ENSAS

# REMERCIEMENTS

---

Ce stage de fin d'étude a été particulièrement riche en enseignements grâce au concours de nombreuses personnes qui m'ont accompagné de près ou de loin durant mon processus de recherche et à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

Je remercie tout d'abord le Campus des Métiers et des Qualifications Eco-construction et Efficacité Energétique ainsi que la Région Grand Est, la Région Académique Grand Est et la banque des territoires qui m'ont accordé leur confiance en finançant ce stage de recherche.

Je tiens à remercier ensuite mon maître de stage Emmanuel Dufrasnes, enseignant-chercheur à l'ENSA Strasbourg, qui m'a fait découvrir le vaste monde de la recherche et qui m'a aiguillé à l'aide de conseils éclairés, pour sa disponibilité et son engagement. Je tiens aussi à remercier Lise Lançon, pour son aide précieuse et pour avoir veillé au bon déroulement de ce stage.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, partenaires du stage, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire :

Fanni Angyal ainsi que toute l'équipe de la DDEA, qui m'ont présenté leur travail au sein de la collectivité. Je remercie particulièrement Fanni pour sa patience, sa disponibilité et son dynamisme à tout épreuve. Je la remercie grandement pour nos échanges et les portes qui m'ont été ouvertes au sein de l'EMS. Je remercie aussi Stéphane Herter de la DAP pour son intérêt pour mon travail et ses conseils.

Sabrina Ferlay, qui m'a partagé son expérience sur la pratique du réemploi en Alsace, pour ses conseils d'une grande pertinence. Un grand merci aussi à toute l'équipe de BOMA, pour leur accueil si chaleureux ainsi que leur dynamisme, qui fait de BOMA un lieu si particulier.

Xavier Nachbrand, qui m'a présenté le monde de l'architecture pour que j'en apprenne plus sur la complexité du métier et les nombreux enjeux face auxquels les architectes font face dans leur quotidien.

Enfin, je remercie ma tutrice école Esperanza Perdrix pour son accompagnement et son aide en début de stage, pour m'avoir aidé à impulser ce stage sereinement. Je tiens aussi à remercier toute l'équipe enseignante et administrative d'IMT Nord Europe, qui m'ont permis de vivre des années inoubliables.

Encore un grand merci à tous les autres acteurs et actrices du réemploi avec qui j'ai eu le plaisir d'échanger, toutes ces rencontres ont donné une saveur très particulière à ce stage, un mélange d'optimisme, d'entre-aide et de générosité.

# SOMMAIRE

<b>Remerciements</b> .....	<b>1</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>Méthode de l'étude</b> .....	<b>6</b>
a. Contexte de l'étude .....	6
b. Problématique .....	7
c. Présentation des ressources .....	8
<b>Chapitre I : Etat de l'art</b> .....	<b>10</b>
<b>I. Un changement de pratiques vers une dynamique d'économie circulaire</b> .....	<b>11</b>
a. L'économie circulaire .....	11
b. Le Réemploi, une pratique qui s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire .....	13
c. Les raisons du réemploi .....	15
d. La renaissance du réemploi après une période de surconsommation .....	18
<b>II. Un intérêt grandissant du monde académique</b> .....	<b>22</b>
a. Les étudiants s'emparent du sujet .....	22
b. Travaux de recherche .....	23
c. Recherches en cours .....	24
<b>III. Vers une structuration de la filière du réemploi de produits et matériaux de construction</b> .....	<b>26</b>
a. Structuration par les politiques publiques .....	27
b. Exemple de structuration par les acteurs du réemploi .....	35
c. Perspectives européennes .....	38
<b>IV. Etat des lieux à l'Eurométropole de Strasbourg</b> .....	<b>42</b>
a. Programmes locaux .....	43
b. Gisements .....	45
c. Freins et leviers à la structuration .....	47
d. Structuration de la filière sur le Grand Est .....	51
<b>Chapitre II :</b> .....	<b>57</b>
<b>I. Quelle(s) méthode(s) pour mesurer la circularité d'un projet ?</b> .....	<b>59</b>
a. L'utilité du retour d'expérience .....	59
b. Quels-sont les outils déjà disponibles ? .....	60
<b>II. Etude de cas : Développement de l'interface de l'outil</b> .....	<b>65</b>

a.	Présentation du projet - Unité technique de la CEA à Schirmeck.....	65
b.	Méthode d'analyse du projet - Amélioration de la plateforme .....	66
<b>III.</b>	<b>Développement de l'outil .....</b>	<b>68</b>
a.	Description générale de l'outil .....	68
b.	Détail de l'analyse selon les indicateurs sélectionnés .....	69
c.	Résultats de l'étude de cas.....	73
d.	Pour aller plus loin : limites de l'outil et améliorations possibles.....	75
	<b>Conclusion .....</b>	<b>77</b>
	<b>Table de sigles et abréviations .....</b>	<b>80</b>
	<b>Références.....</b>	<b>81</b>
	<b>Annexes.....</b>	<b>85</b>

# INTRODUCTION

Jusqu'au début du 20<sup>e</sup> siècle, le réemploi de matériaux de construction était une pratique commune. Elle prenait part au modèle économique du territoire, les bâtiments en fin de vie étaient alors considérés comme une ressource, un gisement disponible à même la ville.

En France, le secteur du bâtiment génère chaque année environ 46 millions de tonnes (Mt) de déchets<sup>1</sup>, soit 53% de plus que la production de déchets ménagers. Dans ce résultat, 49% vient de la démolition, 38% de la réhabilitation et 13% de la construction neuve. Aux vues de ce résultat, le traitement de ces déchets mais aussi la limitation de ces derniers devient alors un enjeu primordial pour baisser la quantité totale de déchets générés en France. Nous remarquons aussi que la démolition est le poste qui génère le plus de déchets et que cette pratique, nous nous interrogeront par la suite des pratiques courantes en démolition et des enjeux un changement de ces pratiques. La réflexion sur le traitement des déchets issus de la construction est d'autant plus importante que les démolitions, réhabilitations et constructions neuves vont se multiplier dans le contexte de renouvellement urbain et de rénovation énergétique des bâtiments. Pour repenser la gestion des déchets issues de la construction, l'approche actuelle se tourne vers l'économie circulaire des matériaux et s'efforce de repenser tout le cycle de vie du bâtiment.

C'est dans ce contexte que se (re)développe la pratique du réemploi, qui reste de nos jours une pratique marginale ayant un modèle économique en décalage avec le modèle actuel basé sur l'extraction, la transformation et la consommation de matière première. Ainsi, le développement de la pratique se heurte à plusieurs difficultés, et demande aux acteurs de la construction un engagement en faveur du réemploi.

Le contexte actuel nous invite tout de même à repenser les pratiques de construction. En effet, la pression sur le coût des matières premières et la prise de conscience de l'impact écologique de la construction, nous amène à envisager des pistes transversales. La sobriété des matériaux de construction est une

---

<sup>1</sup> Déchets du bâtiment, Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires



des pistes à creuser afin de limiter l'impact environnemental de la construction.

En complément au recyclage, la mise en place d'un modèle économique du réemploi nous invite à repenser toutes la circularité du matériau et à anticiper les besoins de renouvellement du bâtiment et sa démontabilité. Cette démarche s'inscrit dans la démarche d'économie circulaire, c'est à dire passer d'un modèle de conception du matériau linéaire à une conception circulaire et à optimiser la durée de vie des matériaux.

Accompagnant la démarche d'économie circulaire, les initiatives pour structurer la filière se développent, avec par exemple la fondation en 2022 du Syndicat Professionnel du Réemploi dans la Construction (SPREC), ou alors la création du Booster du Réemploi deux ans plus tôt. Ces initiatives, qui se développent partout sur le territoire, montrent une volonté de changement des pratiques et de valorisation de la matière. Comprendons ici par valorisation, la prise en compte de la valeur du matériau et l'impact sur l'environnement qu'a engendré son extraction, son transport, sa transformation, etc. Par la prise en compte de la valeur du matériau, on réfléchit à deux fois avant de le détruire ou de l'enfuir, on cherche des solutions pour prolonger sa durée de vie. C'est ainsi que le réemploi permet de préserver la ressource et de ne pas gaspiller ce qui est déjà présent.

La pratique du réemploi pourrait ainsi s'apparenter au retour au « bon sens paysan », terme qui a été utilisé à de nombreuses reprises lors de mes échanges avec les acteurs-rices locaux du réemploi. C'est ainsi l'évidence de ne pas jeter un matériau qui n'est pas usé et de garder ce qui peut être valorisé.

Je retrouve cet attachement à la valeur des matériaux chez mon grand-père qui est menuisier. Dans son atelier rien n'est jeté, il y stocke depuis des dizaines d'années des chutes de bois. Même les sciures de bois sont valorisées dans le poêle. Pour moi, c'est ça, le « bon sens paysan ».



# Méthode de l'étude

## a. Contexte de l'étude

L'étude menée est placée dans le cadre du programme « booster la recherche » du Campus des Métiers et des Qualifications qui relie les ressources académiques entre l'INSA Strasbourg, l'ENSA Strasbourg et l'IUT Robert Schumann. Ce travail de recherche est aussi le fruit d'une collaboration entre différents acteurs du réemploi à Strasbourg, il possède ainsi un fort ancrage territorial. En effet, ce stage se déroule au laboratoire de recherche AMUP rattaché à l'ENSAS, en partenariat avec l'Eurométropole de Strasbourg (EMS) et BOMA, les BONnes MATières qui est un bureau d'étude en économie circulaire du bâtiment. Ce contexte de stage a favorisé une immersion au cœur de chaque structure, permettant ainsi de saisir les informations nécessaires pour faire progresser le travail de recherche.



Ce partenariat vise ainsi à mettre en relation les connaissances acquises par les différents acteurs du secteur. Il a été un facilitateur de prise de rendez-vous et d'accès aux ressources et au savoir-faire de chaque entité. Le travail en commun avec l'EMS et BOMA s'inscrit aussi dans une volonté de développer rapidement la filière du réemploi sur le territoire afin de faire face entre autres, au Nouveau Programme National de Renouveau Urbain (NPNRU) qui va se lancer à Strasbourg en 2024, projet que nous développerons dans une prochaine partie.

Ainsi, sur toute la durée du stage, nous avons eu l'occasion d'échanger avec de nombreux acteurs du secteur de la construction qui travaillent au développement du réemploi sur le secteur de l'EMS. C'est suite à ces échanges que nous avons pu avoir une vision d'ensemble de l'état de l'art du réemploi et relever les besoins de la filière sur le territoire eurométropolitain.

Notons aussi qu'un certain nombre de travaux ont déjà été réalisés, ayant pour sujet notamment état de l'art de la filière réemploi à l'EMS ou à l'échelle nationale, pensons notamment aux mémoires de fin d'étude de Léa Christen soutenu en 2023 ou celui de Juliette Schweitzer en 2019. Il faudra ainsi tenir compte de ces ressources déjà présentes dans nos recherches et ainsi saisir l'opportunité d'approfondir le sujet.

## b. Problématique

Dans un contexte de développement de la filière du réemploi à l'EMS, le manque de lien entre les acteurs émergents ralentit la mise en place d'une filière fiable et efficace. Ce problème concerne tous les acteurs du BTP contraints par la loi de baisser leur empreinte carbone et de limiter la quantité de déchets issus de leur activité. Sur le territoire de l'Eurométropole cela concerne les bureaux d'étude, les collectivités, les urbanistes, mais aussi les entreprises issues de l'Economie Sociale et Solidaire (ESS) qui participent au modèle économique du réemploi et les utilisateurs qui ont aussi un rôle à jouer dans le développement de la filière du réemploi.

La mise en place d'une telle filière se fait à l'échelle nationale. Néanmoins, certains territoires sont plus avancés que d'autres. On peut penser notamment à la région parisienne, Toulouse ou Nantes où la pratique du réemploi a pris un peu d'avance. Au contraire, le Grand Est est en retard sur les questions de réemploi de matériaux de construction, avec pour le moment peu de plateformes physiques et numériques pour mettre en lien l'offre et la demande en Produits, Equipements et Matériaux (PEM) de réemploi. Nous pourrions nous demander ce qui justifie la disparité entre les territoires et quelles sont les conditions qui permettent de développer le réemploi à l'échelle du territoire. Pour notre étude, on se focalisera dans un premier temps sur le cas de l'Eurométropole de Strasbourg, car dans ce territoire la pratique du réemploi est émergente.

On identifie ainsi sur le territoire strasbourgeois un besoin important de créer du lien entre l'offre en produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment (PMCB) et la demande sur des nouvelles opérations. Les acteurs sont dans l'attente de solutions opérationnelles qui favoriseront l'utilisation du réemploi. Cependant, quelques projets pilotes voient déjà le jour sur le territoire et font office d'expérimentation. La temporalité de ce stage nous permettra de suivre un nombre limité de projets, mais nous pourrions tout de même proposer un retour d'expérience de ces premières expérimentations.

Dans un contexte d'émergence de la pratique du réemploi partout en France, la collecte de retours d'expérience des projets pilotes devient une base de données clé pour aider au développement de la filière. C'est pourquoi nous nous intéresserons aux méthodes d'analyse de la circularité d'un bâtiment neuf, réhabilité ou rénové. Nous tâcherons donc de répondre à la problématique suivante :

*Comment mettre en place un système d'évaluation multicritères de la circularité sur des opérations achevées ou en cours de développement ?*

Par le biais d'études de cas sur le territoire de l'Eurométropole, nous identifierons les critères pertinents à l'évaluation du réemploi, en s'appuyant sur les outils existants et les travaux de recherche dans ce domaine.

## c. Présentation des ressources

La première phase de recherche se caractérise par la production de l'état de l'art de la pratique du réemploi sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg ainsi que celui de l'écosystème national et européen. J'ai commencé ce travail par chercher les travaux universitaires ayant déjà étudié le sujet, dont un bon nombre m'a permis d'impulser mes recherches. Les mémoires de fin d'étude de Juliette Schweitzer et de Léa Christen dressent par exemple l'état de l'art du réemploi sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg respectivement en 2019 et en 2023. Les projets émergents sont en constante évolution au même titre que la réglementation. Depuis l'état de l'art réalisé en 2019, les acteurs de l'EMS ont entrepris de nombreuses démarches d'incitation au réemploi, la matériauthèque de BOMA, les BONnes MATières a évolué en un bureau d'étude en économie circulaire, des plateformes numériques et physiques se développent, les événements autour du réemploi tels que les Groupes de Travail de l'EC organisé par différents acteurs du territoire se multiplient et on peut voir des projets novateurs s'achever. Nous observons ainsi un passage progressif de l'expérimentation à la mise en pratique du réemploi. Ces travaux permettent de suivre la constante évolution du secteur et ainsi d'analyser les étapes clés du développement du réemploi sur le territoire. D'autres travaux universitaires issus du site de référence des travaux des ENSA, *Archires*, ont aussi servi de références notamment une étude de cas de la structuration de la filière à Nantes de Mathilde Chevalier, « *Enjeux de structuration d'une filière réemploi à l'échelle d'un territoire.* ».

Outre les travaux universitaires, je me suis largement appuyée de l'ouvrage, *Déconstruction et réemploi : comment faire circuler les éléments de construction*, publié en 2018. L'ouvrage traite du réemploi de matériaux de construction avec un ancrage sur le territoire bruxellois. Il est issu du travail du projet de recherche "Le bâti bruxellois, source de nouveaux matériaux (BBSM)". Ce projet rassemble quatre partenaires : l'Université catholique de Louvain, le Vrije Universiteit Brussel, le CSTC et Rotor. Les recherches visent à caractériser les flux de matières transitant par Bruxelles mais aussi à trouver des pistes de mise en circularité de ces flux. Cet ouvrage ainsi que de nombreuses documentations mises à disposition sur le site de ROTOR ont été d'une grande aide pour cibler les enjeux du développement du réemploi et pour avoir un retour d'expérience d'un territoire plus avancé que l'EMS en termes de gestion des flux de matières.

D'autres formats de ressources ont aussi nourri ce travail de recherche, tel que le podcast du CSTB « Les murs ont des oreilles », des documentaires, des articles de presse s'adressant à un plus large public et des articles scientifiques. Ensuite, une ressource primordiale pour la compréhension du sujet sur le territoire fut les nombreux événements auxquels j'ai participé ainsi que les rencontres avec les acteurs de la construction, qui sont confrontées aux réalités du chantier. J'ai notamment participé aux événements suivants :

- « Les Sandwich du bâtiment durable – Réemploi de ressources pour la construction d'un collège à Strasbourg » le 9 mai 2023, organisé par Envirobat Grand Est avec l'intervention de Louis Piccon, architecte chez NUNC Architectes et Clémence Guinin, co-gérante de BOMA

- Circular B Workshop 1 – Part 1 du 26 au 28 avril 2023, un colloque européen sur l'économie circulaire dans le BTP coordonné par le réseau scientifique COST, Implementation of Circular Economy in the Built Environment (CircularB).
- Action « Booster la Recherche et l'Innovation » organisée par le CMQ 3E le 8 juin 2023 avec pour thématique de la journée « Ensemble, construisons pour demain », journée durant laquelle j'ai eu l'occasion de présenter une partie de mes recherches.
- « Les Sandwich du bâtiment durable – Réemploi avec l'association RéaVie » le 15 juin 2023
- Participation au Salon des Collectivités et des Entreprises du Déchets et de l'Economie Circulaire (SCEDEC) le 21 juin 2023
- Inauguration de la plateforme reemployez.fr par REMISE à Nancy le 20 juin 2023
- Journée de la recherche du CSTB à Paris le 29 juin 2023
- Afterwork de Cycle Up sur l'enquête Réemploi & Construction le 29 juin 2023
- Semaine d'observation dans l'agence d'architecture CNb.archi encadré par Xavier Nachbrand

En complément de toutes ces ressources, j'ai eu l'occasion de m'entretenir avec les principaux acteurs de l'économie circulaire sur le secteur de l'EMS. Premièrement avec les partenaires principaux de mon stage, c'est-à-dire l'équipe de BOMA, Fanni Angyal, chargée de mission économie filière bâtiment à la DDEA (Direction du Développement Economique et de l'Attractivité) de l'EMS ainsi que l'ENSA Strasbourg. Dans un deuxième temps j'ai pu bénéficier du réseau de ces partenaires en m'entretenant avec d'autres acteurs clés, à savoir :

- Jean-Philippe Michel - Chargé de mission économie circulaire - Relais 2D
- Yacine Benzerari et Katharina Brockstedt - ENVIROBAT Grand Est
- Jean-Pascal Cavalière - Chargé de mission économie circulaire - Bureau d'étude OTEIS à Toulouse
- Geoffrey Meszaros – Responsable développement de la plateforme B2R - Membre du groupe Altair
- Christian Gugenberger – Directeur - GCM Environnement à Vendenheim

Cette liste non exhaustive des acteurs rencontrés montre la diversité des personnes travaillant sur le sujet, ces échanges ont ainsi nourri la création de la feuille de route du stage. D'autres initiatives françaises ont aussi été mises en lumière, notamment celle de Toulouse et de Plaine Commune en Île-de-France. Cette mise en perspective avec d'autres territoires a permis de prendre du recul sur la situation eurométropolitaine.

Enfin, un travail en collaboration avec d'autres stagiaires ou étudiants en écriture de mémoire de fin d'étude a aussi alimenté ce mémoire. Soulignons plus particulièrement le travail avec Allan Piette et Victoire Soller de l'Université libre de Bruxelles et avec Ayman Said et Sabrina Goncalves-Dos-Santos en Licence Professionnelle *Construire Ecologique*. Nous avons pu ainsi partager nos ressources et le secteur de recherches que nous ciblons afin de fournir un travail complémentaire et d'autant plus enrichissant à la communauté scientifique. Ces ressources ont permis de proposer cet état des lieux du réemploi autant dans sa globalité qu'à l'échelle de l'EMS.

# CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

---

Pour mieux appréhender les enjeux et les besoins du secteur du réemploi au sein de l'Eurométropole, nous avons entrepris une étude approfondie des pratiques de réemploi à différentes échelles. Ce chapitre regroupe non seulement une synthèse des ressources bibliographiques et scientifiques disponibles, mais il résulte également des rencontres avec les acteurs du réemploi, des visites de sites, ainsi que de toutes les autres ressources présentées dans l'introduction. À la fin de ce chapitre, nous serons en mesure de déterminer les besoins du secteur en vue de structurer ces pratiques.

# I. Un changement de pratiques vers une dynamique d'économie circulaire

Les enjeux climatiques actuels appellent à un questionnement de nos modes de consommation. Il devient courant de faire appel à des objets de seconde main pour des objets du quotidien, en témoigne le succès des plateformes comme Leboncoin ou Vinted ; exemples de la démocratisation de la seconde main et d'une acceptation du consommateur à des achats d'occasion pour un prix avantageux. La seconde main s'inscrit ainsi dans une démarche d'économie circulaire qui va au-delà du changement de pratique du consommateur. Dans cette partie, il est question de définir l'économie circulaire en général et ce qu'est l'économie circulaire dans le secteur de la construction.

## a. L'économie circulaire

Selon d'ADEME, « L'économie circulaire peut se définir comme un système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (bien et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien être des individus. »

Le passage à une économie circulaire requiert donc de repenser toutes les étapes de cycle de vie d'un produit ou d'un matériau afin d'en allonger sa durée de vie. La théorie se base sur des leviers pour améliorer la circularité d'un produit, appelés aussi les piliers de l'économie circulaire.

La figure ci-dessous synthétise ces 7 piliers de l'économie circulaire.

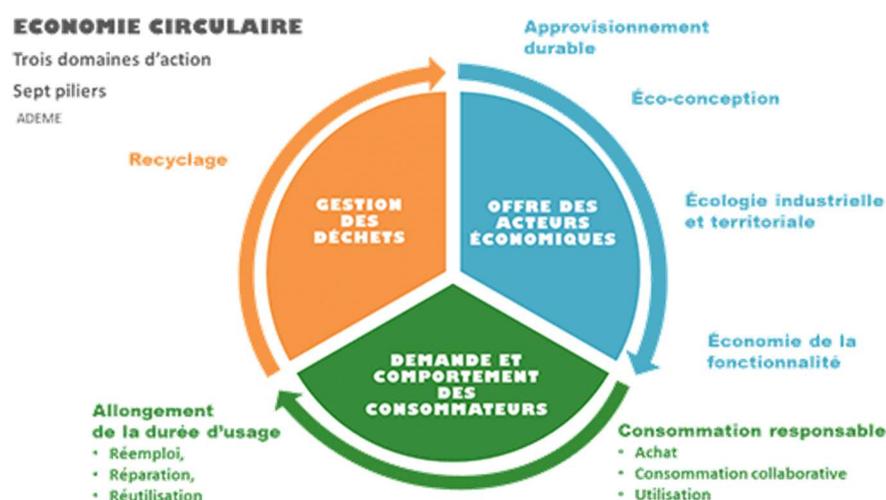


Figure 1 – Schéma des 7 piliers de l'économie circulaire par l'ADEME

L'approvisionnement durable concerne le mode d'exploitation ou d'extraction des ressources. Il fait référence à une gestion limitée des énergies fossiles, pour favoriser l'utilisation d'énergie renouvelable

mais aussi à limiter l'impact sur l'environnement de l'exploitation des ressources forestières, agricoles et minérales.

Eco-conception intègre dans la conception d'un procédé, d'un bien ou d'un service la notion de durabilité. Contrairement à l'obsolescence programmée, qui planifie la fin de vie d'un objet, l'éco-conception vise à augmenter la réparabilité ou la réemployabilité du produit. Par exemple, un fabricant de moquette a développé une technologie permettant une pose de la moquette sans qu'elle ne soit collée au sol d'origine, cette technologie permet ainsi un réemploi très facile du produit.

L'écologie industrielle et territoriale, aussi appelé symbiose industrielle, fait référence à la mise en relation des flux d'énergie et de matériaux entre différentes entreprises sur un même secteur. Au Port Autonome de Strasbourg (PAS) depuis 2013, 18 synergies entre entreprises<sup>2</sup> ont été mises en place par le projet CLES - Coopérations locales et environnementales en synergies.

L'économie de la fonctionnalité privilégie l'usage à la possession. Cela se caractérise par une offre de service et de maintenance d'un produit. En guise d'exemple, l'entreprise Michelin propose un service d'usage des pneus de camion en se chargeant de la maintenance du matériau, ce qui augmente considérablement la durée de vie des pneus.

La consommation responsable doit conduire l'acheteur, qu'il soit acteur économique (privé ou public) ou citoyen consommateur, à effectuer son choix en prenant en compte les impacts environnementaux à toutes les étapes du cycle de vie du produit (biens ou service).

L'allongement de la durée d'usage par le consommateur conduit au recours à la réparation, à la vente ou don d'occasion, ou à l'achat d'occasion dans le cadre du réemploi ou de la réutilisation. Cette étape est d'autant plus efficace que l'éco-conception est bien réalisée.

Le recyclage entre en jeu dans la dernière partie du cycle de vie. Il est aussi fortement lié à l'éco-conception du produit. Ce processus vise à transformer la matière première pour transformer l'usage du produit. Le recyclage des produits de construction est bien développé, notamment dû au tri 7 flux réalisé directement sur chantier. En effet, 80%<sup>3</sup> des bétons de déconstruction sont valorisés principalement par concassage, il requière néanmoins une grosse quantité d'énergie, pour le concassage du béton ou la refonte de l'acier par exemple.

Par la suite, nous nous intéresserons au pilier "allongement de la durée d'usage", étape qui concerne principalement le réemploi des matériaux et produits de consommation.

---

<sup>2</sup> Plaquette du CLES, *Rejoignez la dynamique !*, 31/03/23, [https://www.strasbourg.port.fr/wp-content/uploads/2023/03/20230331-CLES\\_depliant-2023.pdf](https://www.strasbourg.port.fr/wp-content/uploads/2023/03/20230331-CLES_depliant-2023.pdf), [consulté le 20/07/2023]

<sup>3</sup> Site Infociments, *Le béton, un matériau recyclable et recyclé*, <https://www.infociments.fr/favoriser-leconomie-circulaire/le-beton-un-materiau-recyclable-et-recycle>, [consulté le 05/06/2023]

## b. Le Réemploi, une pratique qui s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire

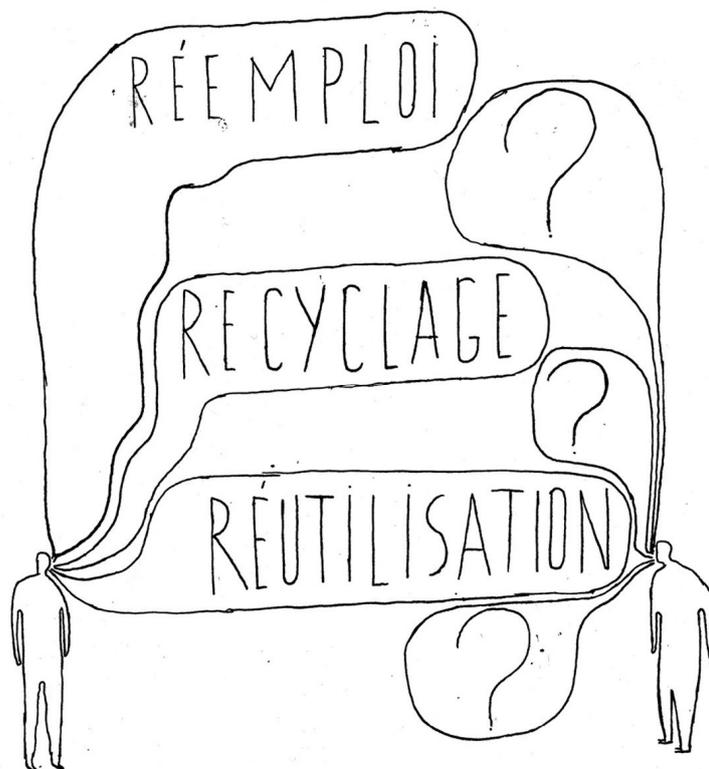


Figure 2 - Illustration issue du site internet du bureau d'étude REMIX

### i. Réemploi – Réutilisation – Recyclage

En se focalisant sur le schéma des 7 piliers de l'économie circulaire (figure 1), nous notons que le réemploi entre en jeu dans la phase d'« Allongement de la durée d'usage ». Nous remarquons, en échangeant avec les acteurs de la construction, que la définition exacte du réemploi est encore mal connue et le terme est souvent utilisé à tort. Il est donc primordial, avant de développer le sujet du réemploi, de savoir de quoi il s'agit.

D'un point de vue juridique, le réemploi est défini comme « toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés **de nouveau** pour un **usage identique** à celui pour lequel ils avaient été conçus »<sup>4</sup>.

Le réemploi est aujourd'hui accompagné d'opérations de contrôle, de nettoyage et réparation, opérations que l'on appelle **préparation en vue du réemploi**.

En droit européen, le réemploi est désigné par le terme *re-use* qui a été traduit lors de la transposition de la Directive européenne relative aux déchets, en deux termes distincts : réemploi et réutilisation.

---

<sup>4</sup> Art. L. 541-1-1 du code de l'environnement

Le code de l'environnement définit ainsi la réutilisation : « toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont utilisés de nouveau. » La réutilisation se distingue alors du réemploi par le passage au statut de déchet. Il subit alors une préparation en vue d'être réutilisé qui va passer par une transformation de l'usage du produit.

En pratique, si un opérateur qualifié réalise un tri in-situ des éléments du chantier à réemployer et si ces éléments ne passent pas par une installation de gestion ou de traitement de déchets, ils seront considérés comme des éléments de réemploi, dans les autres cas, ils sont qualifiés d'éléments de réutilisation. La limite est ainsi très étroite entre ces deux notions, et il faut rester précautionneux sur le traitement des matériaux de réemploi.

Arrive enfin la notion de recyclage qui se définit comme suit : « toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. », toujours d'après le code de l'environnement.

## ii. Hiérarchie du traitement des déchets

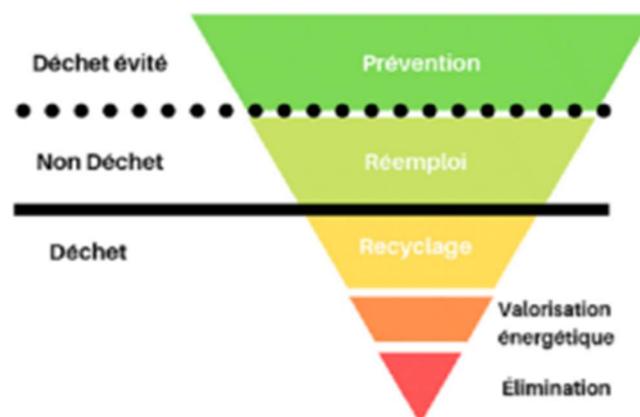


Figure 3 - Pyramide de hiérarchisation des modes de traitement des déchets - Zéro Waste France

Lorsqu'arrive la fin de vie d'un matériau ou d'un produit, une hiérarchie des traitements de la fin est définie au niveau européen pour un ordre de priorité. La priorité principale est d'éviter la génération de déchets, cela passe par la sobriété d'utilisation de matériaux et l'optimisation des matériaux déjà disponible.

« Quand un déchet n'a pas pu être évité, la personne chargée de la gestion du déchet doit privilégier, dans l'ordre :

- La préparation en vue de la réutilisation : l'objectif est que le déchet soit préparé de manière à être utilisé de nouveau sans autre opération de traitement [...] traitement du déchet nécessite généralement des opérations de contrôle, de nettoyage ou de réparation.
- Le recyclage, qui concerne toutes les opérations de valorisation par lesquelles les déchets sont retraités, soit pour remplir à nouveau leur fonction initiale, soit pour d'autres fonctions. [...]
- Toute autre valorisation, c'est-à-dire toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances ou objets qui auraient été utilisés à la place. En particulier, cela concerne la « valorisation énergétique », qui consiste

à utiliser des déchets en substitution de combustibles, pour la production de chaleur ou d'énergie ;

- L'élimination est la solution à éviter dans la mesure du possible. Elle peut consister à incinérer des déchets sans valorisation énergétique, ou à stocker des déchets dans une décharge [...]. »<sup>5</sup>

### c. Les raisons du réemploi

Le réemploi s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire, il permet ainsi d'allonger la durée de vie d'un matériau qui aurait fini à la benne. Tout comme le textile ou la vaisselle, les matériaux de construction peuvent faire peau neuve sur de nouveaux chantiers. Mais contrairement à nos objets du quotidien, les matériaux de construction font face à des enjeux plus gros concernant la garantie sécurité imposée aux matériaux et produits de construction.

*“L'économie circulaire fait partie du champ de l'économie verte. Les enjeux de l'économie circulaire sont à la fois environnementaux, économiques et sociaux.”*<sup>6</sup>

En complément de l'avantage environnemental, le réemploi et plus largement l'économie circulaire possède d'autres vertus et relève d'autres aspects. Le réemploi possède ainsi trois avantages principaux<sup>7</sup> qui poussent certains maîtres d'œuvres à développer cette pratique.

**La vertu environnementale.** Un produit réemployé a un impact carbone plus faible que celui d'un produit neuf dans la majorité des cas. La vertu environnementale est ainsi la vertu qui paraît la plus évidente quand on parle de réemploi. En effet, en France pour l'année 2017, le secteur de la construction a généré à lui seul environ 224 Mt<sup>8</sup> de déchets, nous saisissons donc l'enjeu de repenser la fin de vie des matériaux et d'optimiser leur utilisation. La consommation correspondant à la création d'un nouveau matériau se nomme **énergie grise**, elle représente le poste de consommation majeur dans le cycle de vie d'un matériau.

Sur la figure ci-dessous nous distinguons l'énergie d'usage (en jaune) et l'énergie grise (en gris), qui domine pour les constructions performantes thermiquement. Ce constat nous invite à questionner l'usage de produits de construction neufs et montre l'utilité d'exploiter d'autres modes de consommation, dont le réemploi.

En optant pour du réemploi, on économise une part considérable des émissions du matériau, on allonge sa durée de vie et on minimise les transports liés à la production et la livraison du produit.

---

<sup>5</sup> Cf [1]

<sup>6</sup> Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires

<sup>7</sup> Déconstruction et réemploi : Comment faire circuler les éléments de construction, Michaël Ghyoot, Lionel Devlieger, Lionel Billiet, André Warnier, Rotor, 2017

<sup>8</sup> Rapport de l'ADEME

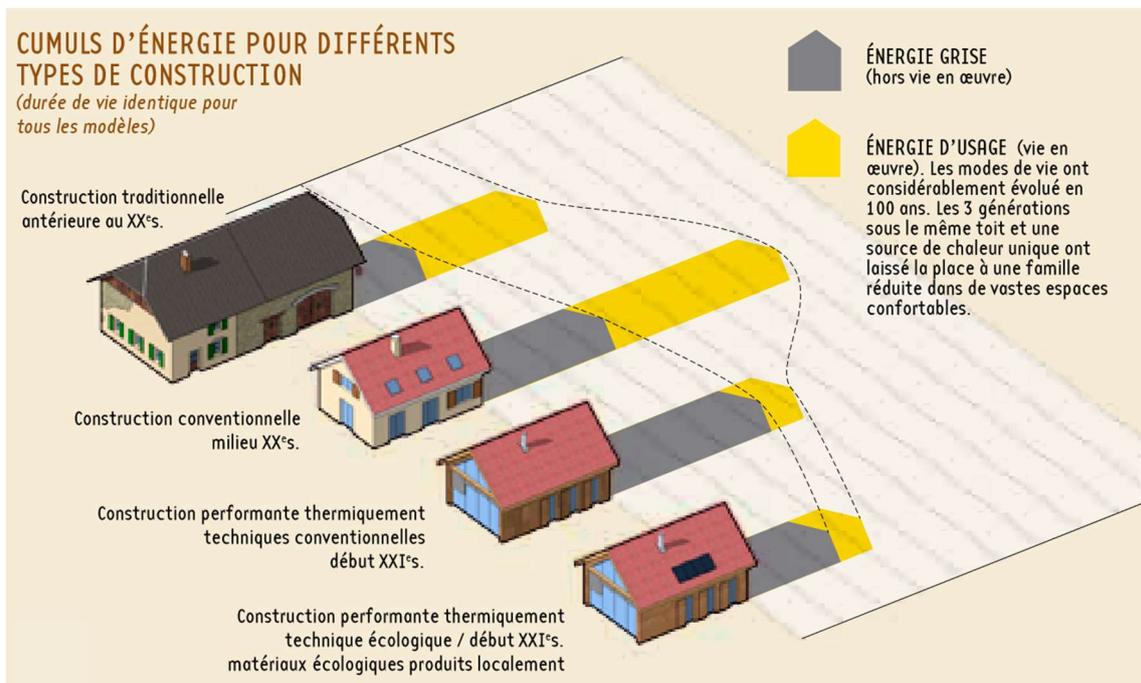


Figure 4 - CAUE, Créabois, Catalogue de l'exposition "Au fil du bois - L'énergie grise en question"

D'après la Réglementation Environnementale 2020 (RE2020)<sup>9</sup> parue en 2022 pour les bâtiments neufs, l'ic-composant (impact carbone lié à la production du composant) est nul. Ce qui pousse réglementairement à se tourner vers des solutions alternatives telles que le réemploi. Cette notion sera développée dans la partie II.A.i. *Cadre réglementaire*.

**La vertu sociale.** Les métiers liés à la déconstruction des bâtiments et qui pratiquent une dépose soignée des matériaux sont des métiers difficilement délocalisables. La valeur « ressource » qui pouvait être délocalisée prend la forme d'une valeur « main d'œuvre et temps », qui elle, dépend de la localisation du chantier donneur de matériaux. Toutes les opérations liées au réemploi de matériaux de construction font appels à des équipes locales et des compétences nouvelles. On fait donc appel à de la main d'œuvre locale et souvent venant des entreprises de l'Economie Sociale et Solidaire (ESS), ce qui permet de faire baisser les coûts des mains d'œuvre et de faire monter en compétence les travailleurs.es en insertion.

Cette vertu sociale permet aussi la valorisation de certains métiers, on peut penser au métier de démolisseur par exemple. D'après les retours d'expérience de Cycle Up, un acteur du réemploi développé principalement en région parisienne, les démolisseurs qui deviennent progressivement *déconstructeurs* créent des nouvelles compétences via la demande de dépose sélective. Toujours concernant les entreprises de démolitions, une rencontre avec Christian Gugenberger, directeur de GCM Environnement permet de se rendre compte des changements qui s'opèrent dans ce type d'entreprise.

<sup>9</sup> Arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation

*Christian Gugenberger, directeur de GCM Environnement : « Nous sommes des industriels, notre métier c'est de trouver des solutions pour répondre à des besoins. Moi, je ne suis pas expert pour mettre en place une plateforme, en revanche, avoir des idées pour trier des briques, des poutres, etc., ça c'est notre métier. Aujourd'hui, sur les travaux de chantier il faut être créatif, si vous voulez avoir des affaires. C'est justement parce que vous vous grattez la tête, parce que vous essayez de trouver des solutions que vous avez des affaires. »<sup>10</sup>*

Ce témoignage insiste donc sur la capacité de résilience des acteurs de la déconstruction, la plus-value de leur métier étant de trouver des solutions opérationnelles aux demandes de déconstruction du maître d'ouvrage.

Ainsi la vertu sociale se retrouve sur plusieurs plans et sur tous les niveaux de la construction du bâtiment. La pratique du réemploi permet la création d'emplois locaux et difficilement délocalisables, la création de nouveaux métiers et participe aussi au développement des pratiques existantes.

*Xavier Nachbrand, architecte DLPG et co-gérant de CNb.archi : « C'est intéressant de travailler sous la contrainte, ce qui est facile est souvent mal fait. »*

**La vertu culturelle.** Par la conservation d'anciens matériaux sur une construction neuve, on participe à la conservation du patrimoine local et on fait durer la mémoire de l'ancien bâtiment. Cette plus-value de l'« ancien » n'a en fait jamais cessé d'être reconnue. A partir des années 1970, certains démolisseurs récupèrent des matériaux de valeur sur les bâtiments en démolition pour les revendre par la suite. Certaines démolitions vont marquer les esprits comme la démolition de la gare de Penn Station à Manhattan<sup>11</sup> qui est marqué d'une grande perte du patrimoine architecturale.



Figure 5 - Entrée de l'entrepôt d'Achille Picart, célèbre déconstructeur et revendeur de matériaux parisiens. Le fronton a été récupéré de la déconstruction du Palais des Tuileries. [15]

Crédit photo : Walter Daran

Ce bref retour historique introduit le fait que le réemploi n'est pas une pratique récente, elle relève du bon sens depuis l'antiquité du fait de la complexité de l'extraction, du transport et de la transformation des matériaux neufs.

<sup>10</sup> Entretien avec Christian Gugenberger dans les locaux de GCM Environnement à Vendenheim le 21 juin 2023

<sup>11</sup> Cf note de bas de page [1]

## d. La renaissance du réemploi après une période de surconsommation

### i. Rappel historique de la pratique du réemploi

Jusqu'au début du 20e siècle en effet, la pratique du réemploi était commune et prenait part au modèle économique du territoire. Les premières archives de pratique du réemploi remontent à l'empire romain avec la *Charte de Tarentum*. (figure 6). Cette charte concerne la récupération de matériaux de réemploi en cadrant :

- la remise sur le marché de matériaux issus des bâtiments publics
- la démolition d'ouvrage afin d'éviter les abus
- le marquage des matériaux dont la récupération a été utilisée<sup>12</sup>

On a ensuite, en 1770, une vaste campagne d'embellissement d'un quartier de Bruxelles, qui va constituer un important gisement de matériaux et produits. Ces ressources seront revendues à l'occasion d'une vente publique. L'avantage financier était alors important, « *le rapport entre les coûts de démantèlement et les bénéfices tirés de la vente des matériaux est de 1 à 3* »<sup>13</sup>. La figure 7 témoigne de la mise en vente dans des espaces publics de matériaux de réemploi.

On peut aussi citer le grand projet d'aménagement de Paris selon les plans du baron Haussmann, qui a fait mobiliser les ressources déjà présentes dans la ville afin de reconstruire les emblématiques quartiers de Paris.

Si jusqu'à maintenant le réemploi des matériaux déposés étaient d'une rentabilité évidente, le début du 20e siècle marque un tournant dans les pratiques de démolitions. L'augmentation de la pression foncière, le manque de temps et d'espace pousse les démolisseurs à détruire les bâtiments plutôt que de les déconstruire. Les pénalités de retard et les

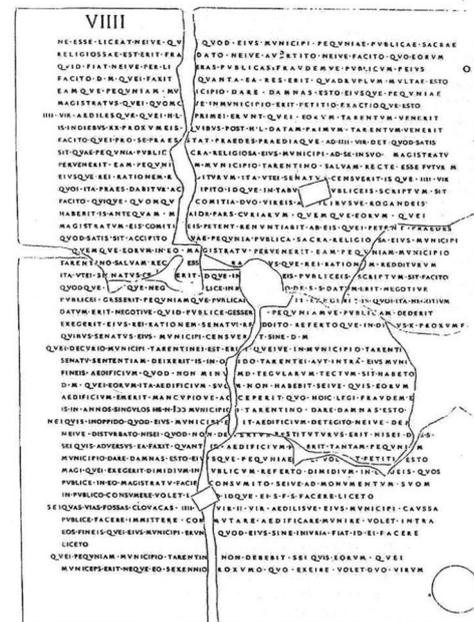


Figure 6 - Réglementation des démolitions - charte municipale de Tarentum

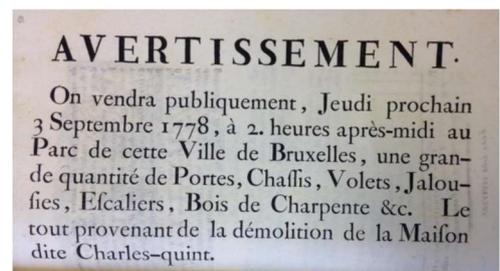


Figure 7 - Affiche imprimée en 1778 sur la déconstruction des hauts quartiers de Bruxelles

<sup>12</sup> Présentation Formation Bâtiment Durable – Réemploi, 2021, Lionel Billet, Rotor

<sup>13</sup> *Déconstruction et réemploi : Comment faire circuler les éléments de construction*, Michael Gyhoot et al., 2017, p.18

primes en cas d'avance de démolition rendent le précédent modèle hors d'usage.

Après-guerre, la mécanisation de l'industrie de la démolition permet l'utilisation d'engins hydrauliques complexes et chers sur chantier (figure 9), ce qui fait d'autre part, chuter le nombre de travailleurs. A compter aussi les coûts salariaux qui pousse à optimiser le temps de travail des ouvriers sur un chantier.

Des vagues de modernisation des bâtiments qui sont jugés "dépassés" va aussi augmenter le nombre de démolitions durant les trente glorieuses. Mais certaines démolitions vont marquer les esprits comme la démolition de la gare de Penn Station à Manhattan et à partir des années 1970, certaines pièces de valeurs sont conservées et revendues par les démolisseurs. De plus, on assiste à une diversification des matériaux de construction, ce qui n'aide pas à la massification du réemploi de ces derniers. En même temps se développent les intermédiaires entre démolisseurs et acheteurs et les premiers réseaux de revente de matériaux et produits de construction. Néanmoins la pratique du réemploi reste de nos jours une pratique marginale, poussée timidement par les autorités publiques. Nous verrons dans la suite les pulsions politiques et réglementaires qui visent à intégrer le réemploi dans les opérations à venir.

Durant cette période creuse, certains acteurs ont tout de même continué à utiliser des produits et matériaux de réemploi pour des raisons financières ou patrimoniales.

Les auto-constructeurs ont toujours eu besoin des matériaux de réemploi pour construire leur propre projet de logement ou autre. Ils sont plus libres aux opportunités du flux de matériaux qui se trouvent dans les décharges ou autres sources d'approvisionnement.

En même temps, des formes plus organisées de commercialisation se développent, comme par exemple, l'entreprise fondée en 1922 par Adolphe Leroy et Rose Merlin, entreprise de déstockage des matériaux de l'armée américaine qui se nomme alors « Au Stock Américain » (figure 10). L'affaire

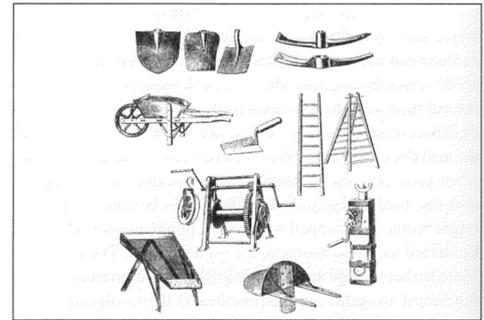


Figure 8 - Outillage de démolition avant-guerre



Figure 9 - Outillage de démolition après-guerre – outillage pneumatique



Figure 10 - Au stock Américain, qui deviendra par la suite Leroy Merlin

se convertit en chaîne de magasin de bricolage plus tard pour devenir le Leroy Merlin. Mais le groupe n'exclut pas de refaire du réemploi.

- ii. Intégrer le réemploi dans la construction de demain, quels sont les principaux défis ?

#### **Défi n°1 : Garantir la stabilité de l'offre dans le temps**

Entre la conception et la réalisation d'un projet, il peut se passer plusieurs années, il peut donc sembler difficile de prédire les matériaux disponibles au moment de la construction du projet. En phase conception, on prévoit donc en général d'intégrer des produits et matériaux de réemploi ayant un stock disponible stable. Pour beaucoup d'autres matériaux, l'offre, en effet, n'est pas stable car elle dépend des démolitions qui sont prévues dans le secteur.

#### **Défi n°2 : Détailler les caractéristiques techniques des produits de construction**

Lors de l'inauguration, le 20 juin 2023 de la plateforme numérique de mise en relation de l'offre et de la demande en produits et matériaux de réemploi *reemployez.fr*, le contrôleur technique François Brun souligne que « la caractérisation des matériaux est primordiale pour l'intégration du réemploi, ce métier n'existe pourtant pas encore et les autres acteurs doivent prendre de leur temps pour s'y coller. »

Notons ainsi qu'il y a un besoin de documentation technique qui permet ensuite aux architectes de pouvoir prescrire les éléments de construction, or les matériaux de réemploi n'ont bien souvent pas de fiche technique associée et il revient au maître d'œuvre de produire ces documents de caractérisation.

Néanmoins, certaines pratiques de réemploi sont plus facilement vérifiables que d'autres : par exemple pour un élément de finition, une inspection visuelle suffira à définir la qualité du matériau. Nous pouvons aussi considérer un déclassement structurel du matériau, c'est-à-dire de détourner l'usage d'un élément structurel pour baisser l'exigence physique sur le matériau.

#### **Défi n°3 : Fournir des garanties nécessaires**

S'il est difficile de fournir une fiche technique et garanties équivalentes à celle d'un élément neuf, on peut garantir d'autres aspects et d'autant plus si le bureau de contrôle et l'assureur est prévenu en amont :

- Dépose faite selon les règles de l'art
- Bâtiments sains lors du démontage
- Stockage adapté à la préservation du matériau

#### **Défi n°4 : Dépasser les idées reçues**

Le matériau neuf a encore une place principale dans les pratiques courantes de la construction. Des clichés subsistent sur l'utilisation de matériaux de seconde main selon lesquelles ces matériaux en fin de vie sont sales et désuets et de mauvaise qualité. Or, on constate que certains matériaux anciens restent encore de bonne qualité et concurrence même le marché neuf :

- En Belgique, les briques de structure et de parement concurrencent nettement les produits neufs, les briques anciennes étant en plus d'une meilleure qualité que les briques importées de nos jours.
- Les Etats-Unis sont connus pour avoir du bois de réemploi de très bonne qualité.
- En Europe les éléments du second œuvre comme le parquet, la menuiserie ou d'autres éléments restent aussi de bonne qualité.<sup>14</sup>

Pour faire face à ces défis, les territoires porteurs du réemploi tendent à structurer la pratique afin la fiabiliser et de simplifier le recours aux matériaux de réemploi. Dans la partie qui suit, nous allons développer les solutions proposées pour inclure l'économie circulaire dans le secteur de la construction.

---

<sup>14</sup> *Déconstruction et réemploi : Comment faire circuler les éléments de construction*, Michael Gyhoot et al., 2017, p.52

## II. Un intérêt grandissant du monde académique

Le sujet du réemploi de matériaux de construction n'est pas, nous venons de le rappeler, un sujet nouveau. Néanmoins, il profite d'un regain d'intérêt, en témoigne la nouvelle feuille de route du CSTB produite en 2020, qui inclut l'économie circulaire dans ses objectifs de transition écologique (voir annexe 5). Dans cette partie nous développons l'état de l'art du développement du réemploi de matériaux de construction au sein du monde académique.

### a. Les étudiants s'emparent du sujet

#### i. Des études de cas pour mieux comprendre la filière sur le territoire

Pour débiter la rédaction de ce mémoire, il a été intéressant de faire un zoom sur les autres travaux d'étudiants qui ont récemment traité le sujet. Juliette Schweitzer<sup>15</sup> réalise dans son mémoire un bilan de la situation à l'EMS qu'elle compare à la situation bruxelloise. On peut y trouver des transcriptions d'entretiens avec différents acteurs du réemploi, qui permettent de comprendre rapidement le contexte de l'époque et le besoin de structuration de la filière pour qu'il se développe. Les travaux de Léa Christen<sup>16</sup> prolongent et mettent à jour l'état de l'art précédent. Ces archives sur l'évolution de la filière du réemploi à l'EMS, nous permettent de nous rendre compte de la rapidité de l'évolution de la filière.

D'autres travaux nous permettent d'avoir le point de vue de territoire français différents, pensons notamment au mémoire de Mathilde Guilbaud<sup>17</sup> ciblant le territoire francilien et celui de Felix Chiron<sup>18</sup> travaillant sur le cas de Nantes. Ces travaux trouvent un ancrage temporel et géographique et permettent ainsi de comparer différents territoires sur une même temporalité.

#### ii. Un travail collaboratif

Complétant les travaux passés, le sujet intéresse les étudiants pour leurs travaux futurs. Le processus de recherche a été partagé avec deux étudiants, nécessitant d'aborder le sujet du réemploi dans leurs travaux de fin d'étude. Un partenariat a donc été mis en place, impulsé par Emmanuel Dufrasnes.

Ce travail a aussi été nourri des retours d'expérience d'étudiant·e·s en Licence Professionnelle *Construire Ecologique* en stage dans différentes entités participants au réemploi sur le territoire. Leur

---

<sup>15</sup> *Déconstruction et réemploi : vers l'activation d'une filière dans l'Eurométropole de Strasbourg*. (2019) Mémoire de fin d'étude, ENSA, Strasbourg

<sup>16</sup> *Généraliser le réemploi de matériaux de construction, le cas de l'Eurométropole de Strasbourg*. (2023) Mémoire de fin d'étude, ENSA, Strasbourg

<sup>17</sup> *Architecture et matériaux de réemploi*. Mémoire HMONP, ENSA, Strasbourg.

<sup>18</sup> *Le réemploi dans la construction, Une perspective pour une architecture soucieuse des enjeux environnementaux*. (2017) Mémoire de fin d'étude, ENSA, Nantes

rapport a permis une compréhension plus rapide du sujet et des enjeux liés au développement du réemploi sur le secteur eurométropolitain.

### iii. Un sujet traité dans la formation des étudiants

Avant de s'intéresser aux travaux de recherche plus conséquents, il convient de relater que le sujet de l'économie circulaire, notamment le réemploi de matériaux de construction est un sujet qui se développe au sein des écoles d'architectes et des écoles d'ingénieur·e·s. BOMA par exemple intervient dans certaines écoles de Strasbourg et en région parisienne pour sensibiliser au réemploi. D'autres bureaux d'études, notamment Cycle Up et Réavie à Paris, proposent aussi des formations pour les acteurs de la construction. Nous pouvons donc envisager que dans quelques années, ces bureaux d'études proposeront aussi leurs services aux établissements de formation initiale.

## b. Travaux de recherche

Afin de cerner au mieux le sujet et ainsi retracer l'histoire du réemploi, l'ouvrage de ROTOR<sup>19</sup>, présenté dans la partie *Ressources* a été d'une aide précieuse. L'ouvrage débute par une analyse de l'évolution des pratiques du réemploi de matériaux de construction et des raisons de sa marginalisation aujourd'hui. Il aborde aussi des sujets comme le « design for longevity », de massification de la filière ou encore d'évaluation du réemploi d'un matériau. Ce manuel, a donc servi de socle à ce mémoire.

Dans un premier temps, les travaux de Marie de Guillebon<sup>20</sup> abordent les notions de chantiers expérimentaux et de valeur accordée à l'élément de réemploi. Elle s'appuie notamment sur des pensées de Michel Serre ou de Jean-Marc Huygen dans son ouvrage *La poubelle et l'architecture*, en examinant les freins et leviers au développement du réemploi. Ces notions sont aussi dans un papier réalisé par une équipe de recherche de l'ADEME<sup>21</sup>.

Dans un second temps, la thèse d'Ambroise Lachat<sup>22</sup> a permis d'approfondir la notion d'évaluation de la circularité des bâtiments, développé dans le chapitre 2 du mémoire. Ce travail référence de nombreux articles scientifiques exploités dans notre étude. Pensons notamment aux travaux de Saidani et al.<sup>23</sup>, Nuñez-Cacho et al.<sup>24</sup> et de Hossain & Ng<sup>25</sup>, qui traitent principalement de la manière de noter et d'évaluer la circularité d'un projet. Les récents travaux de Sarah Clavier, Nada

---

<sup>19</sup> *Déconstruction et réemploi : Comment faire circuler les éléments de construction*. (2017) Presses polytechniques et universitaires romandes. Une présentation du livre a été réalisée dans la partie *Ressources* de l'introduction du mémoire.

<sup>20</sup> *Vers une pratique du réemploi en architecture : expérimentations, outils, approches*. (2019) Thèse, Laboratoire Cultures Constructives - AE&CC / ENSAG, Grenoble

<sup>21</sup> *Identification des freins et des leviers au réemploi de produits et matériaux de construction*. (2016)

<sup>22</sup> *Le réemploi appliqué au domaine de la construction : principe, impact environnemental et mesure dans le cadre d'une économie circulaire*. (2022) Thèse, Laboratoire Navier, Marne-la-vallée.

<sup>23</sup> *How to Assess Product Performance in the Circular Economy? Proposed Requirements for the Design of a Circularity Measurement Framework*. (2017)

<sup>24</sup> *What Gets Measured, Gets Done: Development of a Circular Economy Measurement Scale for Building Industry*. (2018) Récupéré sur <https://www.mdpi.com/312960>

<sup>25</sup> *Critical consideration of buildings' environmental impact assessment towards adoption of circular economy: An analytical review*. (2018)

Bendahmane, Natacha Gondran et Jacques Chevalier<sup>26</sup> ont permis de proposer entre autres une méthode d'estimation du taux de réemploi d'un matériau. Ces travaux avaient été présentés lors de la journée de la recherche du CSTB le 29 juin 2023.

Enfin, un article de Christian Arnsperger et de Dominique Bourg<sup>27</sup> questionne les fondements de la notion de circularité des projets et permet de prendre de la distance sur les travaux mentionnés plus haut. En s'éloignant un peu du monde de la recherche, il peut être aussi intéressant de citer la large documentation accessible sur les sites de ROTOR ou Cycle Up. Ces bureaux d'études partagent beaucoup d'informations très utiles à la compréhension du sujet.

### c. Recherches en cours

On s'intéresse enfin aux recherches en cours, la direction que prend la recherche pour les prochaines années. La journée de la recherche du CSTB sous le thème de l'« Economie circulaire et ressources du bâtiment » organisée le 29 juin 2023 a permis d'avoir un large aperçu des travaux financés par le centre. Une synthèse de cet événement est disponible en annexe 5, elle résume les principaux travaux présentés ainsi que le contexte de l'événement.

Enfin, nous pouvons citer le programme européen Circular B, qui s'inscrit dans une démarche de recherche commune autour de l'économie circulaire du BTP impulsé par le réseau COST (European Cooperation in Science and Technology). COST favorise la recherche et l'innovation en organisant des événements divers afin de mettre en relation des chercheurs européens et de faire avancer la recherche dans le domaine de l'économie circulaire du BTP.



Afin de répondre au Plan Européen d'Economie Circulaire, cette communauté a lancé le programme « Circular B, Implementation of Circular Economy in the Built Environment » (*Mise en œuvre de l'économie circulaire dans le secteur de la construction*). Constatant le manque d'outils et de cadre concernant la mise en place de l'EC, cette action vise à combler certains vides nécessaires au développement de la pratique dans le secteur de la construction.

Les objectifs de l'action sont les suivants :

- Développer un cadre international commun pour un outil d'évaluation de la circularité avec des indicateurs clés de performance basée sur les meilleures pratiques d'EC de la construction, de l'état de l'art et du plan européen d'EC.
- Adapter l'outil aux différents pays et régions que comporte les membres du COST, en intégrant les spécificités du territoire, les cultures et les traditions.

---

<sup>26</sup> *Méthode de quantification des flux des mines urbaines : cas des briques en terre cuite en Ile de France, 2023*

<sup>27</sup> *Vers une économie authentiquement circulaire : Réflexions sur les fondements d'un indicateur de circularité, 2016*

- Adapter la construction des nouveaux bâtiments aux problématiques de déconstruction, assemblage et adaptabilité
- L'outil de notation sera aussi intégré dans l'Open BIM pour des décisions de conception mieux informées, une évaluation automatisée, une gestion efficace de la chaîne de valeur et un retour d'information circulaire à l'aide de modèles BIM centraux.<sup>28</sup>

Dans le cadre du stage, nous avons assisté à distance au colloque Circular B les 16 et 17 mai 2023 qui s'est tenu à Skopje en Macédoine. Cette rencontre a été l'occasion pour les chercheurs de mettre en commun leurs résultats et de marquer le coup d'envoi des 5 groupes de travail inclus dans Circular B.

Le monde de la recherche est, comme nous venons de le voir, en constante évolution et permet d'archiver et de suivre l'évolution de la filière sur un territoire. Il permet aussi de partager des outils et des retours d'expérience afin d'aider à la structuration de la filière. Ces ressources sont ainsi utiles à la compréhension du sujet, mais elles ne se substituent pas à une étude plus généralisée faisant intervenir des aspects législatifs, administratifs et autres ressources qui participent à l'écosystème du réemploi.

---

<sup>28</sup> Site internet COST Action, <https://www.cost.eu/actions/CA21103/>, traduit de l'anglais par Louise Eich

# III. Vers une structuration de la filière du réemploi de produits et matériaux de construction

Le réemploi était pratiqué jusqu'au début du 19ème siècle, il est depuis devenu une pratique marginale, réservée à des utilisateurs de niche, comme des auto-constructeurs ou des revendeurs de matériaux et produits anciens<sup>29</sup>. La pratique s'étend depuis les années 1970 et l'engagement de certains acteurs fait naître un tissu associatif et entrepreneurial autour des questions de réemploi de matériaux de construction. C'est là qu'interviennent plusieurs acteurs qui vont permettre à la filière de se structurer et de permettre la massification de la pratique.

Avant de s'intéresser aux différentes méthodes de structuration, regardons de plus près les principales étapes qui caractérisent la filière du réemploi.

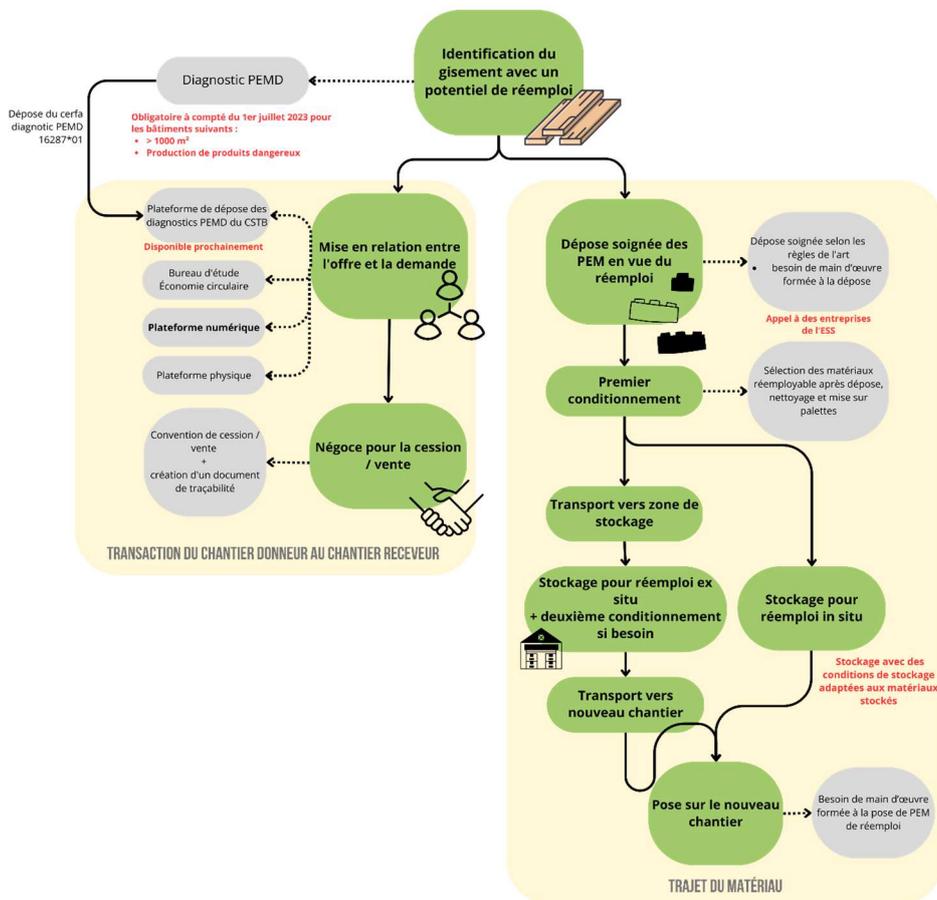


Figure 11 - Schéma des étapes du processus de réemploi d'un produit, équipement ou matériau – crédit : Louise Eich

Le schéma ci-dessus retrace le parcours d'un PEM dans le processus de réemploi. Notons que le tracé est une projection de celui envisagé par les acteurs, une fois que les plateformes physiques et numériques seront opérationnelles sur le territoire. Ce schéma est issu des échanges avec les acteurs

<sup>29</sup> Cf. note 1, page 40-42 de l'ouvrage

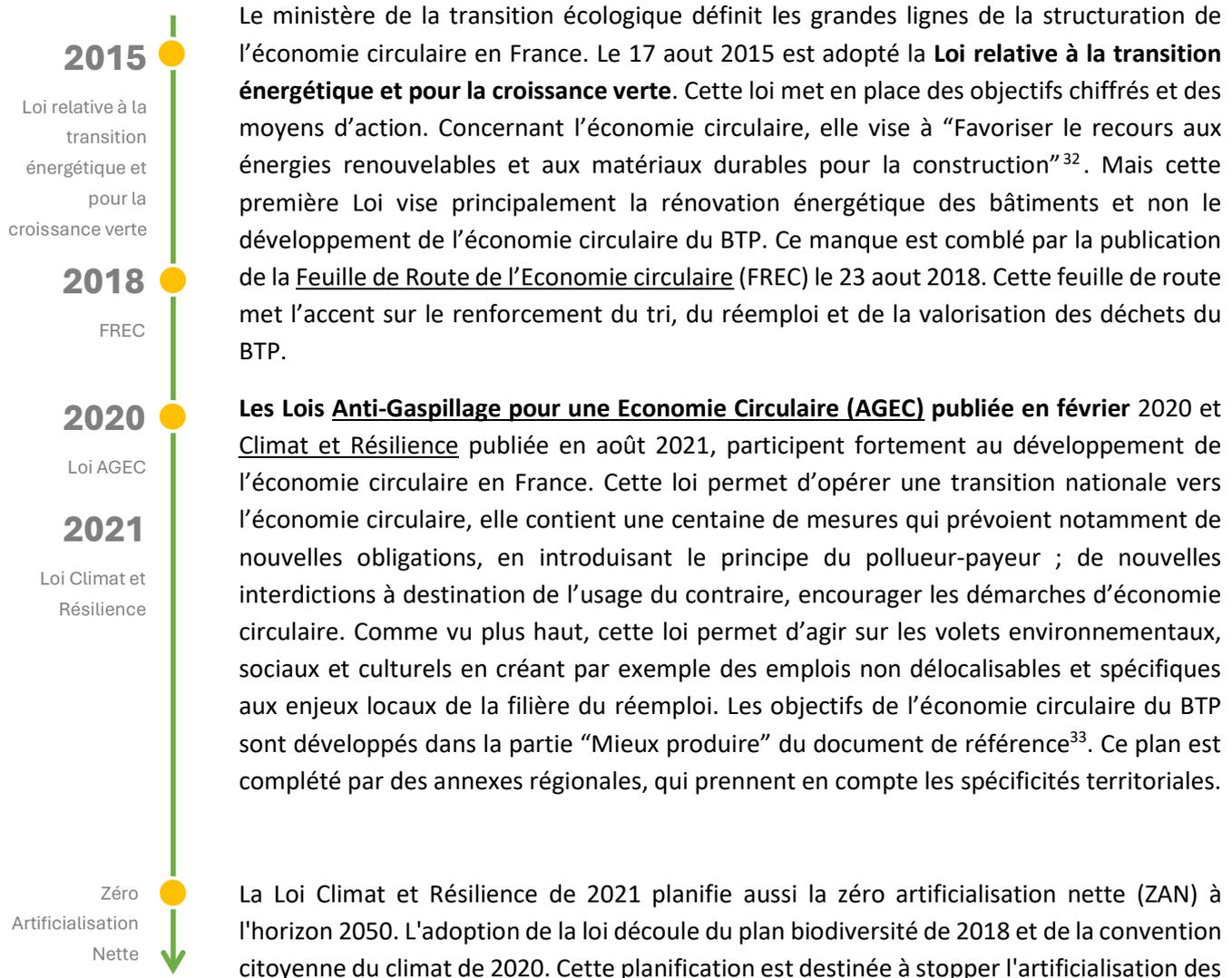
du réemploi sur le territoire de l'EMS, notamment avec BOMA et les lanceurs de plateformes numériques et physiques sur le territoire<sup>30</sup>, mais aussi des ressources d'autres territoires plus avancés<sup>31</sup>. Nous observons la volonté de créer un écosystème diversifié et complémentaire pour répondre aux besoins des maîtres d'ouvrages.

Par la suite, nous détaillons les voies de structuration de la filière.

## a. Structuration par les politiques publiques

### i. Cadre réglementaire

La structuration de la filière du réemploi se découpe selon plusieurs échelles. L'échelle européenne, nationale, celle de la Région Grand Est et enfin à l'échelle de l'Eurométropole de Strasbourg.



<sup>30</sup> Echanges avec Geoffrey Meszaros, chargé de la création de la plateforme physique B2R et suivi du développement de la plateforme numérique reemployez.fr

<sup>31</sup> Un exemple de territoire plus avancé est celui de Plaine Commune en Île-de-France. Les acteurs comme Cycle up et Réavie développent des solutions de plateformes physiques et numériques.

<sup>32</sup> Ministère de la Transition Ecologique

<sup>33</sup> Document de référence synthétisant la loi AGEC publiée en septembre 2021, disponible sur le site de l'ADEME

sols d'ici 2050 et ainsi à limiter l'extension des villes en limitant les constructions sur des espaces naturels ou agricoles. Concrètement, durant les 10 ans qui suivent la Loi Climat et Résilience, la consommation d'espace observée à l'échelle nationale doit être deux fois inférieure à celle observée durant les 10 années précédant l'adoption de cette loi.

Il est intéressant d'avoir ce texte en tête pour deux raisons principales. Premièrement, cela va engendrer une massification des rénovations et des réhabilitations. Dans notre étude, il ne faudra donc pas faire l'écueil de traiter uniquement les bâtiments neufs. La deuxième raison, liée au besoin de stockage des matériaux, est la pression grandissante qui va s'effectuer sur le foncier. Cela va nous amener à étudier des solutions de stockage optimisées et à favoriser autant que possible le stockage in situ (voir figure 10).



Figure 12 - Stockage des matériaux de voirie de la reconstruction de l'unité technique de Schirmeck – crédit : BOMA, Les BOnnes MATières

2022

Réglementation  
Environnementale  
2020

La RE2020 mentionnée plus tôt favorise nettement le réemploi dans la méthodologie de calcul de l'empreinte environnementale d'une construction. On rappelle qu'un calcul d'ACV (Analyse de Cycle de Vie) des maisons individuelles et des logements collectifs ainsi que des bureaux et bâtiments d'enseignement primaire et secondaire est obligatoire depuis respectivement le 1 janvier 2022 et le 1 juillet 2022 pour la demande d'un permis de construire. Les bâtiments tertiaires spécifiques seront aussi concernés à l'avenir.

Notons ainsi la volonté politique de favoriser le réemploi dans cette nouvelle réglementation. En effet, dans le calcul d'ACV d'un bâtiment, les matériaux de réemploi ont un impact nul, comme l'indique l'extrait suivant.

« Convention liée à l'utilisation de composants issus du réemploi ou de la réutilisation

*Les composants (produits de construction ou équipements) issus du réemploi ou d'une opération de réutilisation [...] sont considérés comme n'ayant aucun impact. Les valeurs des impacts pour tous les modules du cycle de vie sont donc nulles. Cependant, les impacts environnementaux des produits complémentaires nécessaires à la mise en œuvre des composants issus du réemploi ou de la réutilisation doivent être comptabilisés. »<sup>34</sup>*

<sup>34</sup> Extrait de l'arrêté du 15 août 2021 relatif à la mise en place de la RE2020, chapitre 2.2.2.1 – Scénarios et conventions

L'impact environnemental réel du réemploi est bien évidemment non nul, la dépose, le transport, les éventuels traitements de nettoyage des matériaux ont un coût carbone. L'impact nul est donc justifié par son pouvoir incitatif dans un contexte où le bilan ACV sera de plus en plus décisif.

Néanmoins, on peut se questionner sur la symbiose entre la qualification des émissions nulles des produits de réemploi et celle négatives de certains produits biosourcés neufs. La manipulation des méthodes de calcul ACV est donc à nuancer de bon sens afin de favoriser dans tous les cas le réemploi si cela est possible.

Concernant la Loi AGEC, elle prévoit pour le 1<sup>er</sup> janvier 2023, l'entrée en application de la responsabilité élargie du producteur des produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment soit plus sobrement la REP PMCB. La mise en place de la REP pour le secteur du bâtiment (calendrier de déploiement, modèle économique, accompagnement des professionnels dans le changement de pratique, etc.) reste encore en construction et est très attendue par les acteurs du Bâtiment. Bien que le réemploi soit encouragé dans ce texte, rien ne dit qu'il ne sera pas écrasé par la filière du recyclage et du tri 7 flux (à savoir : les papiers et les cartons, les métaux, les plastiques, les verres, les bois, les déchets de plâtre et les déchets de fraction minérale).

1<sup>er</sup> janvier  
2023

REP PMCB

### **Mais qu'est-ce que la REP PMCB ?**

La REP prévoit une reprise sans frais des déchets du bâtiment à condition qu'ils soient triés selon les critères imposés par le tri 7 flux. Cette mesure apporte un outil fort pour inciter aux bonnes pratiques du tri des déchets<sup>35</sup>. La reprise des déchets en point de collecte sera organisée par des Eco-organismes agréés par l'Etat. Un Eco-organisme est une société privée à but non lucratif avec une mission d'intérêt général, de ce cas de figure cette mission est la collecte et le traitement de déchets de PMCB. Quatre Eco-organismes possèdent déjà leur agrément, et ceux jusqu'à fin 2024 :

- Ecominero
- Ecomaison
- Valobat
- Valdélia

Ces Eco-organismes ont pour but d'assurer l'équilibre de la filière et de porter des sujets d'intérêt commun. Concrètement, ils participeront à la mise en relation de points de maillage sur le territoire comme indiqué sur le site des Eco-organismes agréés OCAB (Organisme Coordinateur Agréé du Bâtiment).

La reprise sans frais des PMCB sera mise en place progressivement jusqu'à 2025 (voir figure 13).

<sup>35</sup> Conférence du SCEDEC au parc des expositions à Strasbourg le 21 juin 2023

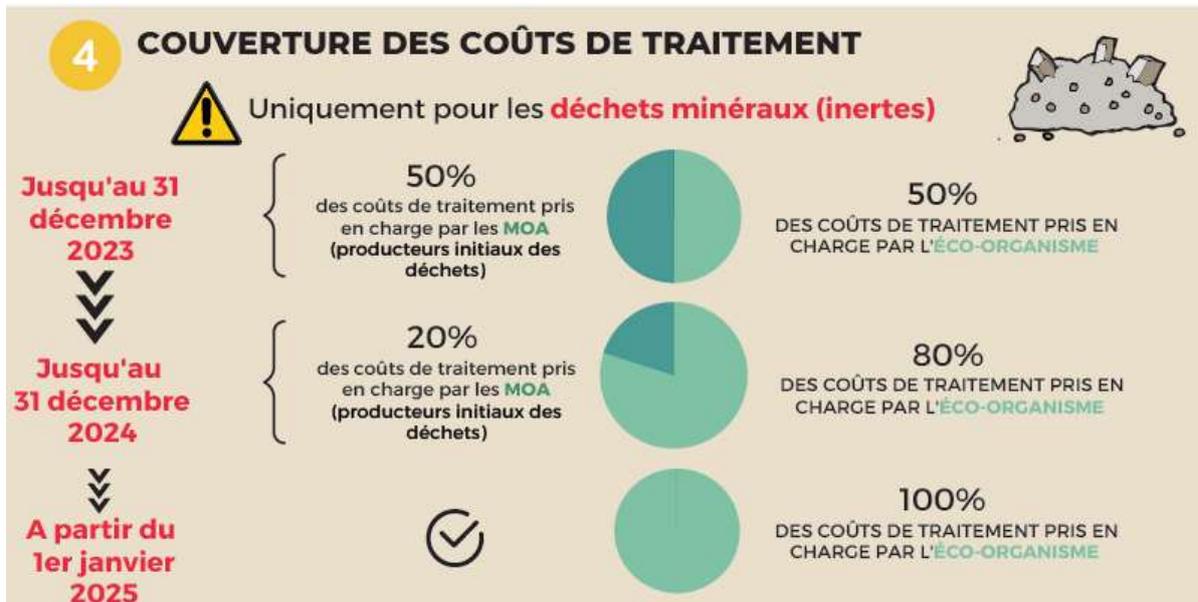


Figure 13 - Infographie de SKOV avocat concernant la prise en charge progressive de la reprise des PMCB

Bien que le réemploi soit encouragé dans cette démarche, le risque est que les entreprises en charge des PMCB issus d'une déconstruction, réhabilitation ou rénovation choisissent de jeter tous leurs matériaux à la benne sans considérer le réemploi. C'est un risque qui est tout de même bien identifié par le syndicat du réemploi et les acteurs du BTP, les pratiques seront surveillées dans les prochains mois<sup>36</sup>.

Les territoires peuvent, à travers les différents documents stratégiques, mettre en place une stratégie de développement de l'économie circulaire. Cet engagement peut se traduire sous forme d'une feuille de route EC signée par les acteurs du réemploi à l'échelle d'une collectivité par exemple.

**1<sup>er</sup> juillet 2023**

Obligation du diagnostic PEMD

Enfin, entre en vigueur le 1 juillet 2023 l'arrêté<sup>37</sup> rendant obligatoire le diagnostic Produits Equipements Matériaux Déchets (PEMD) pour des démolitions et des rénovations significatives. Ces diagnostics sont à entreprendre avant la démolition et permettent d'analyser les éléments du bâtiment ayant un potentiel de réemploi. Cette obligation s'applique aux projets répondant en cadre réglementaire de la loi AGEC d'après les 2 décrets du 25 juin 2021 (n° 2021-821 et n° 2021-822) à savoir les projets dont :

- La surface cumulée de plancher de l'ensemble des bâtiments concernés est supérieure à 1 000 m<sup>2</sup>
- Au moins un bâtiment a accueilli une activité agricole, industrielle ou commerciale et a été le siège d'une utilisation, d'un stockage, d'une fabrication ou d'une distribution d'une ou plusieurs substances classées comme dangereuses.

Le diagnostic PEMD est réalisé par un bureau d'étude de la construction avec un volet économie circulaire et va répertorier les produits, matériaux et équipement en fin de vie pour en estimer les

<sup>36</sup> « Le réemploi dans la construction, Une perspective pour une architecture soucieuse des enjeux environnementaux », mémoire de fin de master à l'ENSA Nantes, Felix Chiron, 2017

<sup>37</sup> Arrêté du 26 mars 2023 relatif au diagnostic portant sur la gestion des produits, équipements, matériaux et déchets issus de la démolition ou de la rénovation significative de catégories de bâtiments et abrogeant l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition de catégories de bâtiments

débouchés de l'élément. C'est à cette étape que le bureau d'étude préconise du réemploi si possible et propose les filières associées à chaque préconisation. Le diagnostic PEMD est ainsi très important pour répertorier les éléments en fin de vie d'un chantier et d'évaluer le potentiel de réemploi d'un bâtiment.

#### **Que contient le PEMD ?**

- Une estimation de l'état de conservation des PEM ;
- Les débouchés de chaque PEM en fonction de son état ;
- Les filières de traitement de déchet les plus proches du bâtiment ;
- Des précisions sur le mode de dépose des matériaux, si besoin ;
- Un formulaire de récolement selon le décret.

La réalisation systématique d'un diagnostic PEMD favorise grandement la prise en compte de l'impact de la fin de vie des matériaux de construction. Le diagnostic fournit une traçabilité des PEMD et permet à la collectivité d'actionner des demandes auprès de la commande publique.

## ii. L'économie circulaire dans la commande publique

### **Qu'est-ce que la commande publique ?**

« La commande publique correspond à l'ensemble des contrats conclus à titre onéreux par un acheteur public ou une autorité concédante ayant une mission de service public (pouvoirs adjudicateurs ou entités adjudicatrices), pour répondre à ses besoins en matière de travaux, de fournitures ou de services, avec un ou plusieurs opérateurs économiques. Les contrats peuvent prendre la forme de marchés publics (l'ensemble de la prestation est financé par le pouvoir public) ou de concession (délégation d'une activité de service public où le gestionnaire se rémunère en partie par l'activité du service). »<sup>38</sup>

Ainsi, la commande publique actionne directement l'offre proposée, elle se veut égalitaire dans les demandes et choix de prestation mais elle peut aussi fixer ses propres critères dans le marché public, faisant intervenir des critères de réemploi. Dans ce cas, il est nommé marché public circulaire car il constitue une démarche d'écologisation des marchés publics en reconnaissant leur rôle dans la transition vers l'économie circulaire et le poids que peut avoir une collectivité.<sup>39</sup>

### **Comment l'économie circulaire est-elle prise en compte dans la commande publique ?**

<sup>38</sup> Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique

<sup>39</sup> Commission européenne - [https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/cp\\_european\\_commission\\_brochure\\_fr.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/cp_european_commission_brochure_fr.pdf)



**Figure 14 - Evolution de l'économie circulaire dans la réglementation commande publique, extrait de "Commande publique et économie circulaire dans le secteur du bâtiment" de la région Pays de la Loire et RESECO**

La notion de cycle de vie et plus généralement d'économie circulaire s'installe en 2014 dans la directive 2014/2024/EU pour ensuite revenir sur plusieurs textes qui caractérisent les directives au niveau national.

De ces textes nationaux découlent des directives locales qui s'exercent à échelle de collectivités. C'est ce qu'on va développer dans le prochain point concernant la Ville de Strasbourg et l'Eurométropole de Strasbourg.

### iii. Incitation par labélisation

L'incitation par labélisation est une des pistes pour pousser à l'intégration de matériaux de réemploi et ainsi valoriser les démarches d'économie circulaire sur une opération.

Plusieurs labélisations voient le jour. Parmi les labélisations privées, on a par exemple le label « Green Trust » by Socotec. SOCOTEC est un organisme de tierce partie de confiance, aussi appelé autorité de certification, elle permet ainsi de délivrer reconnaissances externes, agréments, accréditations et certifications. Cette société suit le client une fois à la conception du projet et une deuxième fois à sa livraison afin de livrer le niveau associé aux actions mises en place (engagé, confirmé ou exemplaire)<sup>40</sup>.

D'autres labels existent tels que le BBKA, le label 2EC, Circolab ou encore la labélisation économie circulaire de l'ADEME des territoires, la notion de labélisation et de notation économie circulaire sera développée dans le chapitre II.

<sup>40</sup> Site internet de SOCOTEC

iv. La structuration par une plateforme numérique nationale

Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) a présenté le 24 avril 2023 sa plateforme numérique sur laquelle les maîtres d'ouvrage devront renseigner les cerfa des diagnostics PEMD. La plateforme PEMD est une plateforme réglementaire, gratuite et libre d'accès pour les acteurs du réemploi qui souhaitent cumuler les ressources de PEM. Elle prend le relais de l'ancienne plateforme mise à disposition sur le site de l'ADEME.

La nouvelle loi s'accompagne donc d'une extension du périmètre de diagnostic, du renforcement du réemploi en ajoutant une vision PEM et d'une hiérarchisation des modes de traitement.

Les objectifs de cette plateforme PEMD sont de :

- Permettre aux MOA de respecter leurs obligations réglementaires ;
- Augmenter la visibilité, en amont de la phase chantier, des PEMD générés sur une zone géographique et optimiser la gestion de la matière ;
- Organiser un retour d'information auprès des maîtres d'ouvrage ;
- Créer les conditions pour que la puissance publique puisse contrôler la bonne application de la réglementation.

La plateforme s'organisera comme suit :

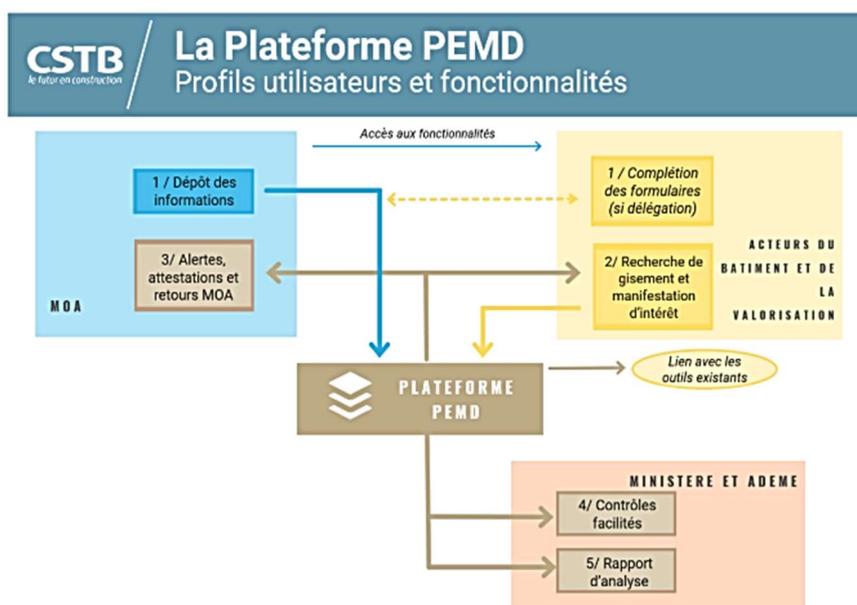


Figure 15 - Schéma description plateforme PEMD

L'adresse de l'opération est gardée secrète, seule la commune ou le département seront indiqués sur le site. Les données partagées sont : quantités, état, typologie, commune et date du début de chantier. Le contact avec le MOA se fera par manifestation d'intérêt et la suite des échanges se fera en dehors de la plateforme. La plateforme permet de mettre en relation le gisement et la demande de matériaux de réemploi et non de « market place », c'est-à-dire qu'on ne peut pas acheter directement le PEM sur la plateforme.

L'interface de la plateforme se présente comme suit :

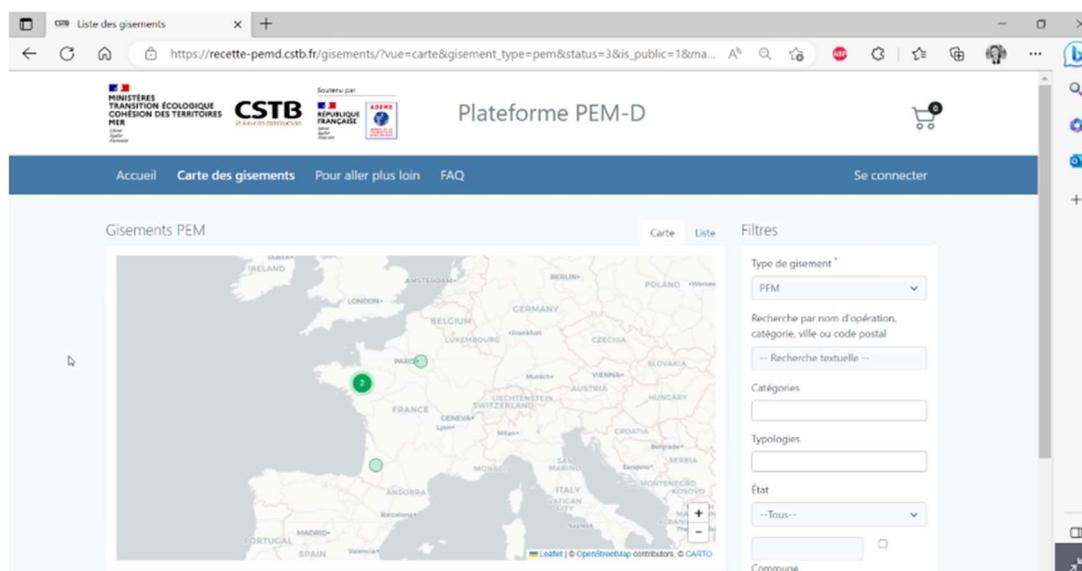


Figure 16 - Capture d'écran de la présentation de la plateforme PEMD tenue par le CSTB le 24/04 - Vue utilisateur de la plateforme – Cartographie des gisements PEM

La plateforme<sup>41</sup> est accessible depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2023, une deuxième version (V2) suivra 10 mois plus tard.

De plus cette première version reste assez élémentaire, pas de possibilité d'ajouter des photos des produits, pas de liens avec des outils tiers par exemple un tableur unique pour toutes les plateformes numériques du réemploi. Cette évolution sera à suivre dans les prochains mois, mais la plateforme, une fois opérationnelle sera un outil puissant de gestion des flux de matière et d'archive de l'évolution du réemploi partout en France.

<sup>41</sup> La plateforme est accessible à tous les acteurs du BTP en suivant l'adresse suivante : [plateformepemd.developpement-durable.gouv.fr](https://plateformepemd.developpement-durable.gouv.fr)

## b. Exemple de structuration par les acteurs du réemploi

La structuration de la filière du réemploi se fait aussi par la présence d'acteurs déployant la pratique au sein de leur territoire. En 2022 est fondé le Syndicat Professionnel du Réemploi dans la Construction (SPREC) afin de défendre et promouvoir la pratique. A l'initiative de la création du syndicat sont 8 professionnels du réemploi : Cycle Up, Mobius Réemploi, R-Use, Minéka, Cycles de Ville, Éco'Mat3, Bellastock et BOMA. Les ambitions de cette organisation sont les suivantes :

- « Promouvoir et encourager l'essor de la filière du réemploi des matériaux dans le secteur du BTP
- Représenter les acteurs professionnels du réemploi dans le débat public
- Soutenir le développement et élaborer des standards de qualité dans les pratiques de réemploi. »

La création de ce syndicat s'inscrit dans une croissance notable du nombre des décrets concernant la gestion des déchets issus du secteur de la construction, notamment de la REP que nous avons abordé plus haut. Bien que la REP stipule que le réemploi est prioritaire, l'avance de maturité de la filière du recyclage sur celle du réemploi pourrait jouer en défaveur de la pratique du réemploi.

Sur le territoire métropolitain, on remarque que le développement de la filière du réemploi est plus développé dans les grandes villes, notamment Paris et ses environs, Nantes, Lyon et Toulouse. La figure 15 regroupe les principaux territoires ayant une plateforme de réemploi physique ou numérique en activité.

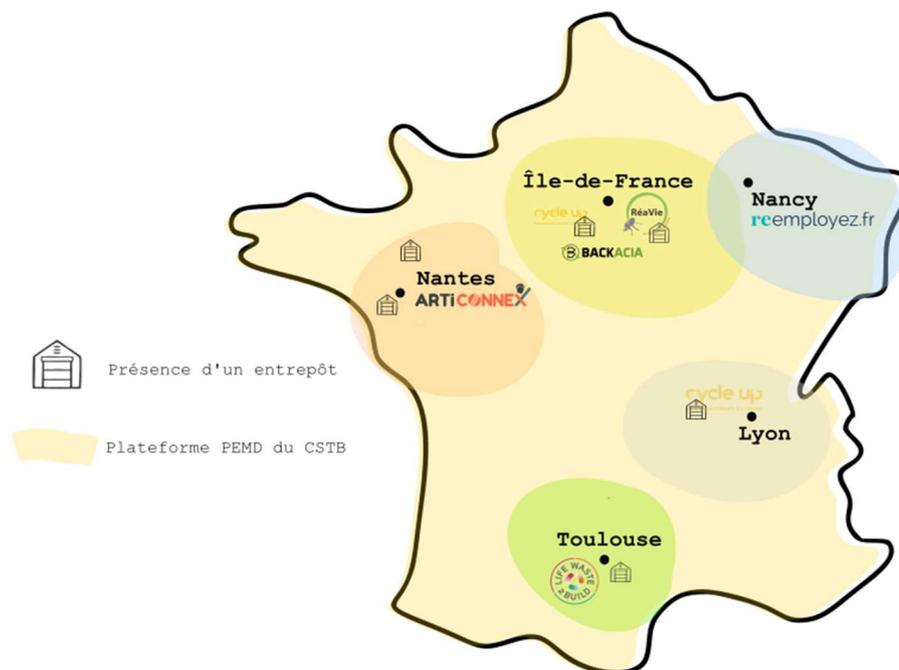


Figure 17 - Carte des principales plateformes de réemploi sur le territoire national - crédit : Louise Eich

Dans la suite, nous nous focalisons sur les secteurs de l'Île de France et de Toulouse métropole.

### La filière dynamisée par l'activité économique de la capitale – Cas de Plaine Commune

Plaine Commune est l'un des 12 territoires du Grand Paris et regroupe 9 villes du Nord de Paris, territoire engagé pour la fabrique d'une ville durable.

Le cas de Plaine Commune nous intéresse dans la mesure où une charte économie circulaire y a été signée en 2019 entre Plaine Commune Habitat et Plaine Commune. Cette démarche prend racine dans le lancement en 2017 d'un projet de « métabolisme urbain » afin d'expérimenter l'intégration de l'économie circulaire sur les chantiers. L'expérimentation a exploité 30 sites pilotes regroupant différents types de chantiers : démolition, rénovation, construction neuve. Les objectifs suivants ont été fixés :

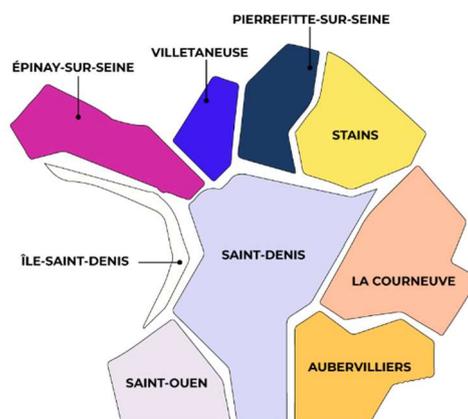


Figure 18 - Plan simplifié des villes de la Plaine Commune

1. « Intégrer l'enjeu de l'économie circulaire dans l'ensemble des projets »<sup>42</sup>

C'est-à-dire faire en que le gisement issue des démolitions trouve bien des débouchés dans les projets de rénovation et construction neuves. Cela se traduit notamment par l'objectif de « **dédier 1% du montant des constructions/rénovations à l'achat de produits issus du réemploi ou de la réutilisation** ».

Des retours d'expérience montrent que cet objectif de 1% est encore difficilement atteignable, mais la mise en place d'un objectif chiffré participe tout de même au développement d'un métabolisme autour du réemploi.

2. « S'outiller / s'appuyer sur les outils mis en place par la collectivité et ses partenaires [...] »

Entendons ici le développement d'un savoir-faire et de connaissances communes autour du réemploi, ainsi que le développement d'outils permettant d'accroître l'intégration du réemploi dans les projets.

Cet objectif participe à dynamiser les initiatives du territoire. Aidant notamment le développement de l'association de réemploi de matériaux de construction, Réavie. Cette association participe au développement du réemploi sur l'île de France en ouvrant des plateformes Solid-R de stockage et reconditionnement, en créant des métiers de réinsertion, et en sensibilisant les partenaires. Une plateforme est notamment présente à la Courneuve, mais aussi dans d'autres territoires en dehors de Plaine Commune.

3. « Mettre en place un suivi régulier des actions menées »

<sup>42</sup> Les objectifs sont accessibles dans la charte de (Plaine Commune Habitat & Plaine Commune, 2019).

L'objectif est donc de partager les bonnes pratiques en matière d'économie circulaire et de suivre les projets pour qu'ils respectent les objectifs définis dans la charte.

Nous avons ici un exemple de structuration de la filière par un grand nombre d'acteurs différents, collectivité, entreprise de services, associations, particuliers, etc. Ces initiatives participent au dynamisme du territoire Ile-de-France en termes de réemploi. Mais elles ne font pas tous, le secteur bénéficie aussi d'une part du rayonnement économique des travaux des JO Paris 2024 et d'autre part des nombreux bâtiments tertiaires et notamment des bureaux qui changent régulièrement d'usage et d'aménagement.

Nous nous penchons dans la suite sur un autre territoire qui ne bénéficie d'autres ressources.

### **La Métropole de Toulouse, un territoire bénéficiant du dynamisme du projet européen Life**

Le projet Life Waste2Build est un projet financé par l'Union Européenne et a pour objectif de construire une économie durable face aux enjeux sociaux, économique et environnementaux d'aujourd'hui et de demain. »<sup>43</sup>



Les objectifs principaux sont alors de suivre **58 opérations exemplaires**, s'accorder sur une **charte économie circulaire**<sup>44</sup>, créer des **ressources (plateformes numérique et physique, fiches territoires engagés, etc.) pour les acteurs locaux mais aussi pour d'autres territoires**. Le projet est ainsi une initiative globale qui vise à développer le réemploi à plusieurs échelles.

Les financements européens participent à hauteur de 55% du budget du projet, soit 1 516 812 €. Le développement du réemploi se fait donc aussi et surtout par le biais d'aides financières considérables et de moyens humains pour, dans un premier temps monter les dossiers de demande de financement et dans un deuxième temps répondre aux objectifs du projet.

Une autre close du projet est d'aider un autre territoire européen à développer le réemploi sur son territoire. Un partenariat possible avec l'Eurométropole de Strasbourg alors à envisager connaissant le fort ancrage européen de la ville.

---

<sup>43</sup> Présentation du projet sur le site internet l'Envirobat Occitanie, partenaire du projet

<sup>44</sup> Pour accéder à la charte d'engagement économie circulaire dans le BTP de la Métropole de Toulouse : [https://metropole.toulouse.fr/sites/toulouse-fr/files/2023-01/waste2build\\_charte\\_economie\\_circulaire\\_btp.pdf](https://metropole.toulouse.fr/sites/toulouse-fr/files/2023-01/waste2build_charte_economie_circulaire_btp.pdf)

## c. Perspectives européennes

En plus de l'opportunité de nouer un partenariat avec le projet Life Waste2Build, il est intéressant d'examiner d'autres projets européens susceptibles de stimuler le développement du réemploi au sein de l'Eurométropole de Strasbourg.

### i. Financement européen : Interreg

La place de Strasbourg sur une zone transfrontalière permet à la ville de bénéficier d'une certaine ouverture vers l'Europe. Elle bénéficie notamment du soutien du programme de coopération interrégionale de l'Union européenne Interreg Europe, qui soutient ainsi la coopération transfrontalière sur des projets liés à l'environnement, à une économie décarbonée, à la compétitivité des PME et à la recherche<sup>45</sup>. Le projet transfrontalier du Kaléidoscoop a notamment bénéficié de cette aide pour mettre en place une stratégie d'économie circulaire dans l'aménagement intérieur de ses locaux. A noter que les démarches pour toucher ces financements sont lourdes, comme en a témoigné le maître d'ouvrage du projet durant la visite de site du 7 juin 2023. Un travail reste donc à entreprendre afin d'alléger les démarches et permettre à d'autres projets pilotes de se développer sur le secteur.



Figure 19 - Photo de la cour intérieure du Kaléidoscoop - crédit Louise Eich

### ii. L'exemple norvégien

L'exemple de l'agence Mad architecte, montre bien la force de la volonté architecturale afin d'intégrer du réemploi dans des nouveaux projets. Le cabinet d'architecte a été fondé en 1997 et n'a pas cessé depuis d'œuvrer à la réduction des déchets dans le domaine de la construction. L'agence travaille majoritairement sur des projets de réhabilitation ou d'extension de bâtiments existants<sup>46</sup>.

---

<sup>45</sup> Issue du site de la commission européenne

<sup>46</sup> Traduction du norvégien de la page de présentation de l'agence sur <https://www.mad.no/arkitekter/om>, [consulté le 21/07/2023]

Un de leur projet phare concernant l'intégration du réemploi est le projet *Kristian August Gate 13*<sup>47</sup>. Le projet est l'un des premiers en Norvège qui intègre de manière aussi importante le réemploi dans un nouveau projet. Le projet est livré pour Entra et est mené par l'agence d'architecture Mad Oslo.

Le bâtiment des années 1950 menacé de démolition et préservé et s'est vu ajouter une extension de 855 m<sup>2</sup>. Pour créer cette extension, l'équipe de l'agence a sourcé des matériaux de 24 bâtiments en fin de vie et a fait du réemploi la ligne directrice du projet. Parmi ces matériaux de réemploi, on trouve :

- Des éléments de structure en métal, brique, bois et dalles alvéolées ;
- Des fenêtres neuves issues d'une opération résidentielle qui a commandé le mauvais produit ;
- De bardage en panneaux de Steni, mis en place par une simple vis, donc facilement démontable.

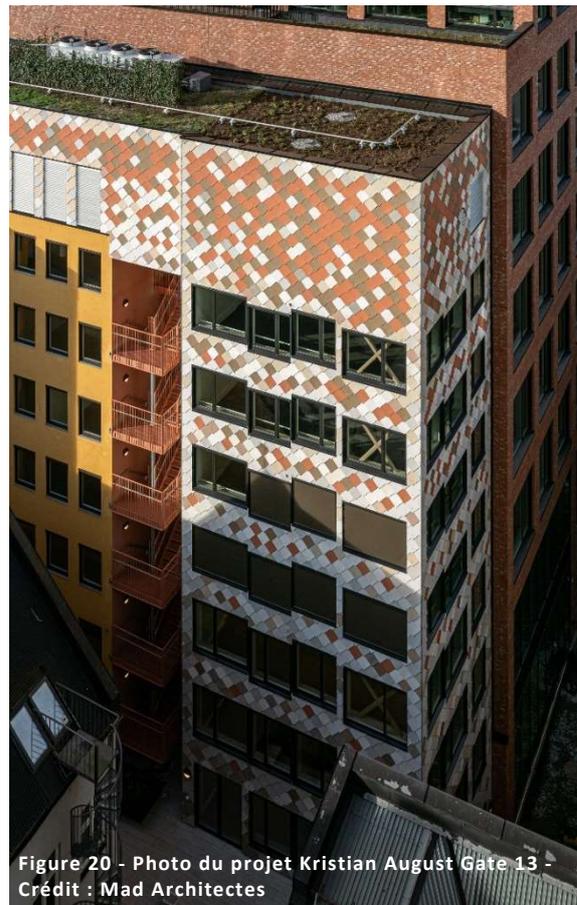


Figure 20 - Photo du projet Kristian August Gate 13 -  
Crédit : Mad Architectes

Sur l'illustration 2, photo de la façade de l'extension, on voit nettement la mosaïque de panneaux Steni vieilles de 35 ans, qui proviennent d'un bâtiment de la ville de Trondheim dans la Nord du pays. On note aussi l'intégration des fenêtres qui ne sont pas parfaitement alignées.

Les matériaux de réemploi sont issus de bâtiments « donneurs » qui sont représentés dans la carte ci-dessous :

---

<sup>47</sup> Site Internet de l'agence d'architecture, projet Kristian August Gate 13  
<https://www.mad.no/prosjekter/kristian-august-gate-13>



Figure 21 - Carte des Bâtiments « donneurs » - Rapport de FutureBuilt

On voit sur la carte que 19 des 24 bâtiments donateurs se situent dans un rayon inférieur à 5 km autour du chantier, ce qui montre le fort ancrage local du projet. La carte référence tous les éléments réemployés avec un important apport d'éléments de structure, ce qui rend ce projet particulièrement intéressant, car la structure du bâtiment représente un poste important d'émission carbone. Le projet a été suivi par le programme FutureBuilt. Ce dernier est issu du regroupement de six municipalités de la région d'Oslo ainsi que de la ville de Bergen, qui a eu lieu dès 2010. Le programme se donne pour objectif en 10 ans de suivre des projets pilotes et d'évaluer ces projets via plusieurs critères environnementaux, ainsi, d'ici juin 2023 le programme comptabilisait 71 projets pilotes.

FutureBuilt a mis en place deux types d'évaluation, l'une en fonction des émissions de CO2 et l'autre selon la « Circularité » du projet. Ce second type d'évaluation est décrit dans le document *FutureBuilt Circular - criteria for circular buildings*<sup>48</sup> et prend en compte les critères résumés dans le tableau suivant :

	Measure	Weighting-factor	%-share of total weight*	Circularity	Weighting-factor	Circularity-index
Present	Building	Preserved	1.00	84%	89%	0.60
		Reused	1.00	5%		
		Surplus	0.35	0%		
		Recycled	0.50	0%		
		New	0.00	11%		
Present	Fill masses	Preserved	1.00	100%	100%	0.10
		Reused	1.00	0%		
		Recycled	0.50	0%		
		New	0.00	0%		
Future	Building	Reusability	0.67	0%	1%	0.30
		Recyclability	0.33	2%		
		Waste	0.00	98%		
<b>64%</b>						

\* total weight of completed building

Figure 22 - : Feuille de calcul de l'indice de circularité FutureBuilt

<sup>48</sup> *FutureBuilt Circular - criteria for circular buildings*, Anne Sigrid Nordby (Gjenbrukbar), Stein Stoknes, Reidun Aasen Vadseth, Erlend Seilskjær, Nora Holand Hay (FutureBuilt), 20/04/2023, <https://www.futurebuilt.no/English>

## IV. Etat des lieux à l'Eurométropole de Strasbourg

L'Eurométropole de Strasbourg regroupe 33 communes et représente ainsi 43%<sup>49</sup> de la population du Bas-Rhin. La ville est bordée par le Rhin et est frontalière à l'Allemagne. C'est deux points sont à prendre en compte dans la mesure où l'on peut créer des partenariats avec l'Allemagne, la Suisse et tous les autres pays accessibles par voie fluviale pour le transport de matériaux.



Figure 23 - Carte de l'Eurométropole de Strasbourg – crédit : Alsace Nature

Les politiques publiques sont adoptées lors de conseils eurométropolitains ouverts au public et disponibles sur le site de l'Eurométropole.

Contrairement à d'autres régions, le réemploi en région Grand Est n'est pas encore très développé. Une plateforme numérique vient d'être inaugurée, mais pas encore de plateforme physique assez solide pour permettre la massification de la pratique et créer du lien entre les vendeurs et acheteurs de PEM. Néanmoins, des acteurs préparent depuis quelques années le terrain pour la structuration et la massification de la filière. Pour n'en citer que quelques-uns :

- le bureau d'étude en EC du BTP BOMA, Les BONnes MATières, œuvre depuis 2019 pour donner une seconde vie aux PEM du Bâtiment,
- des acteurs de l'ESS comme le groupe Altair proposent des services de dépose sélectives en fin de vie des bâtiments,
- des groupes de travail s'organisent autour de la question du réemploi pour faire monter en compétence tout le secteur du BTP,

<sup>49</sup> Présentation de l'Eurométropole, Strasbourg.eu, consulté le 25/05/2023

- des financements européens et des acteurs volontaires permettent de lancer quelques projets pilotes, comme Le KaléidosCOOP<sup>50</sup> qui a été financé en partie par le fond européen INTERREG,
- etc.

Un premier constat est donc que la filière est à la genèse de son développement. Néanmoins, en creusant un peu, on remarque que de nombreuses initiatives sont actives sur le territoire et aussi que certains secteurs, comme les travaux publics (TP), on fait du réemploi sans en employer les termes depuis des années.

## a. Programmes locaux

L'EMS suit les directives nationales en termes de politiques publiques énoncées par la loi AGECE. Certaines mesures sont spécifiques au territoire.

A l'échelle régionale s'applique le SRADDET (Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité) adopté en 2019. Il réalise un diagnostic territorial du Grand Est et propose une stratégie en 30 objectifs afin de permettre un développement vertueux de la région. Dans ces objectifs, nous retrouvons celui de l'économie circulaire et de la gestion des déchets qui touchent la pratique du réemploi<sup>51</sup>.

Focalisons-nous sur les politiques publiques à échelle de l'EMS, plusieurs mesures ont été prises pour développer la filière du réemploi des PMCB.

En 2019 a été adopté le Plan Climat de l'Eurométropole de Strasbourg qui regroupe les objectifs de l'EMS pour « *relever le défi climatique à l'échelle locale* »<sup>52</sup>.

Le plan d'action du Plan Climat émet les grandes lignes de la transition écologique sur l'Eurométropole de Strasbourg. L'axe 3 du plan d'action correspondant au plan climat se focalise sur la transition économique et écologique. Il y est mentionné dans une des solutions opérationnelles : « Développer une plateforme territoriale d'économie circulaire favorisant le réemploi, la réutilisation et le recyclage des matériaux issus des chantiers de (dé)construction et des travaux publics ». Ce plan d'action était en cohérence avec les besoins du secteur mais était un peu optimiste quant à la mise en place de ce plan d'action, avec une volonté d'avoir une plateforme physique opérationnelle d'ici 2021.

La frise chronologique présentée ci-dessous nous donne une idée des actions menées par l'Eurométropole de Strasbourg au courant de l'année 2022.

---

<sup>50</sup> Visite du KaléidosCOOP du 7/07/23 coorganisée par Envirobat Grand Est et l'EMS

<sup>51</sup> <https://www.grandest.fr/politiques-publiques/sraddet/>, consulté le 5/06/2023

<sup>52</sup> Présentation du Plan climat sur le site strasbourg.eu, consulté le 14/06/2023

## Un long chemin parcouru en faveur du développement de l'économie circulaire dans le secteur du bâtiment : focus sur 2022

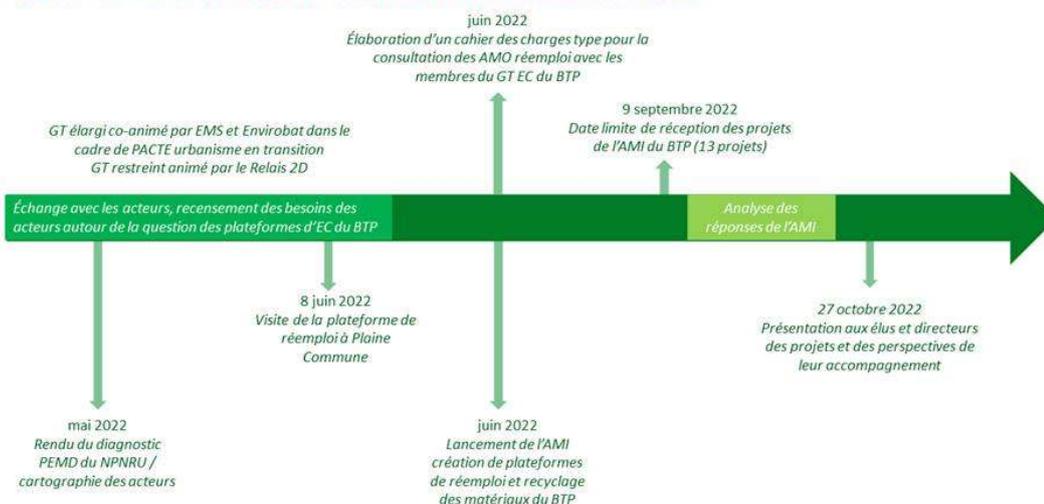


Figure 24 - Focus sur les actions de l'EMS en 2022 – crédit : EMS - DDEA

Concrètement, l'EMS a mis en place en 2022 un plan d'action qui vise à accompagner le développement des projets de plateformes de réemploi et de recyclage des PEMD du BTP. **Un diagnostic PEMD pour les opérations du NPNRU et une cartographie des acteurs** a été réalisé par le bureau d'étude ELAN, filiale de Bouygues Construction. Les résultats issus de cette étude sont présentés dans la partie suivante.

Parallèlement, l'EMS a lancé un **groupe de travail coanimé avec ENVIROBAT Grand Est** afin de communiquer et partager les retours d'expériences des différents acteurs du réemploi dans le secteur. Cette initiative découle de la signature du PACTE urbanisme en transition<sup>53</sup>. Ce groupe de travail organise des rencontres en invitant des acteurs à présenter leur travail, s'en suit une discussion. C'est l'occasion pour l'EMS d'être à jour sur les pratiques du réemploi et des besoins des différents acteurs.

En effet, l'EMS et plus précisément la DDEA (Direction du Développement Economique et de l'Attractivité) a fait le choix de jouer un rôle de médiateur et de facilitateur. Sa ligne de conduite est « d'impulser - outiller – suivre »<sup>54</sup>. La collectivité accompagne les projets et reste à l'écoute de leurs besoins. Le rôle de l'EMS est ainsi de créer les conditions favorables (avec l'ADEME et la Région Grand Est, partenaires de la démarche) pour le développement des projets de plateformes avec une offre de service cohérente à l'échelle du territoire.

C'est dans ce contexte que l'EMS a lancé en juin 2022 un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) pour les porteurs de projets de plateformes de réemploi et de recyclage.

Cet AMI a récolté 14 réponses dont 13 projets de plateformes, avec une répartition équilibrée entre les projets de plateformes de recyclage et de réemploi des produits et matériaux du BTP. Les plateformes de recyclages sont déjà bien implantées dans le territoire et n'ont pas de besoins spécifiques venant de la collectivité si ce n'est de la prescription des matériaux recyclés. En ce qui

<sup>53</sup> <https://www.strasbourg.eu/demarche-pacte>

<sup>54</sup> Présentation de Fanni Angyal à la journée de la recherche organisée par le CMQ 3E le 8 juin 2023

concerne les plateformes de réemploi, les besoins sont plus importants, et cette structuration nous intéresse pour la suite.

Concernant les projets de réemploi :

- 1 projet de plateforme d'économie circulaire numérique
- 4 projets de plateforme pour le traitement des matériaux de second œuvre, dont une qui ne traite pas uniquement des matériaux du BTP
- 1 projet "d'incubateur" de plateformes de réemploi des matériaux

Ces résultats sont encourageants pour le développement d'une filière de réemploi conséquente dans la région et pour pallier le manque de structuration de la pratique. Si on rappelle les cas des autres territoires français, on note que la région est très en retard mais d'un autre côté, en s'appuyant sur les retours d'expérience des territoires plus avancés en la matière, elle pourra développer la filière de réemploi de manière plus efficace.

L'EMS travaille aussi à la mise à jour de la FREC (feuille de route économie circulaire) mise en place dans un premier temps à 2012 et qui va inclure des objectifs pour le secteur du BTP.

## b. Gisements

L'Eurométropole de Strasbourg est à la veille d'un programme de renouvellement urbain important avec le lancement du 2<sup>e</sup> Projet de Renouvellement Urbain. Ce programme concerne 7 Quartiers Prioritaires de la politique de la Ville (QPV) dans 5 communes différentes et soit 32% des logements sociaux de la métropole. Cela va donc directement exercer une influence sur le gisement de matériaux de réemploi disponible dans le secteur. Un diagnostic de ce gisement commandé par l'EMS au bureau d'étude ELAN, filiale de Bouygues Construction en avril 2022.

Cette étude comporte un pré-diagnostic PEMD ainsi qu'une cartographie des acteurs jouant un rôle dans le réemploi de matériaux de la construction sur le territoire l'EMS.

Dans ce contexte de renouvellement urbain :

- **3660 logements à requalifier**, c'est-à-dire la mise en valeur du bâti existant et l'amélioration de son attractivité
- **2300 logements démolis**
- **31 équipements publics** à réhabiliter ou à créer
- **2220 logements neufs** à construire
- **380000 m<sup>2</sup> d'espaces publics**, dont 90000 m<sup>2</sup> de parcs & jardins

Ce gisement de matériaux est réparti selon la carte qui suit :



Figure 7 : Cartographie du gisement de matériaux issus de démolition ou requalification – Présentation des résultats de l'étude réalisée par ELAN

Ce gisement important va permettre dans un premier temps de donner de la matière à la filière du réemploi en pleine construction à Strasbourg. C'est une opportunité pour les maîtres d'ouvrages de choisir le réemploi dans ce contexte particulier de renouvellement urbain.

Dans un second temps, le renouvellement par quartiers ou groupement de quartiers va permettre de mettre en place des synergies entre les opérations d'un même quartier. Ainsi, on profitera un groupement de matériaux similaires avec des modes de constructions et des types de produits similaires dans un même secteur géographique.

Les résultats de ce diagnostic sont les suivants :

Un total de 780 000 t de matériaux a été identifié sur le programme du 2<sup>e</sup> PRU dont 3 200 t de potentiel de réemploi ou de réutilisation, c'est-à-dire un potentiel de réemploi et réutilisation de 4%.

Ce résultat est à prendre avec du recul car :

- L'étude a été réalisée en faisant l'hypothèse qu'aucun matériau n'est contaminé à l'amiante ou au plomb.
- Le potentiel de réemploi et de réutilisation sont associés dans le résultat

D'après une étude de préfiguration du CODEC, potentiel de réemploi a été estimé à 2%, potentiel qui se rapproche plus des données obtenues par les retours d'expérience et qui est même encore un peu surestimé.

## c. Freins et leviers à la structuration

Lors des échanges avec les acteurs de la construction, j'ai pu distinguer des freins au développement du réemploi dans le secteur mais aussi de nombreuses solutions et leviers à sa structuration.

Tableau 1 – Synthèse des échanges avec les acteurs de l'Economie Circulaire du BTP à l'EMS

Freins	Leviers
Peu de prescription	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ AMO Signature de la Charte de l'EC du BTP par les MOA</li> <li>○ Certification : SOCOTEC par exemple</li> </ul>
Difficulté d'assurer les matériaux de réemploi dans l'enveloppe du bâtiment (considéré comme pratique non courante pour les assureurs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Réutilisation plutôt que réemploi dans certains cas</li> <li>○ Fiche d'auto-contrôle (Réavie) pour définir l'assurabilité d'un matériau</li> </ul>
Connaissance des gisements de matériaux de réemploi disponibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Plateformes physiques et numériques</li> </ul>
Acceptation des utilisateurs à utiliser des matériaux de réemploi	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sensibilisation</li> <li>○ Intégration du réemploi dans les bâtiments publics</li> </ul>
Modèle économique à équilibrer pour une massification du réemploi	<p>Autres motivations : écologique, social, etc. --&gt; prix de l'économie carbone</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Raréfaction des ressources disponibles et augmentation du prix des matériaux neufs</li> </ul>
Manque de compétence pour les métiers émergents type diagnostiqueur PEMD, « re-conditionneur », coordinateur de plateformes EC du BTP, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Besoin de formation et développement des compétences</li> <li>○ Action pour attirer du public vers ces métiers émergents</li> </ul>
Concurrence avec la REP du bâtiment	Appui du SPREC pour le bon suivi des PEMD
Culture de consommation	Changement de modèle économique

La structuration de la filière se fera lorsque les principaux freins au développement du réemploi seront levés. Les acteurs participent ainsi grandement dans la mise en confiance des MOA, des assurances et des bureaux de contrôle.

Selon Ambroise Lachat, ces leviers peuvent être regroupés selon trois familles distinctes : politique, économique et technologique<sup>55</sup>.

- Le levier politique se manifeste par les multiples initiatives mises en place à toutes les échelles, de l'échelle européenne à celle de la collectivité ; on peut citer par exemple la loi AGECE au niveau national et le PACTE urbanisme en transition à l'échelle de l'Eurométropole de Strasbourg. Au niveau local, la signature d'une charte de l'économie circulaire est aussi une mesure incitative qui peut être impulsée par les pouvoirs publics.
- Le levier économique qui se développe en plusieurs mesures explicitées par Romain Ferrari<sup>56</sup> et cité par Lachat dans sa thèse en page 115.

<sup>55</sup> *Le réemploi appliqué au domaine de la construction : principe, impact environnemental et mesure dans le cadre d'une économie circulaire*, Ambroise Lachat, 2022, p.115

<sup>56</sup> Président fondateur de la Fondation 2019

- Enfin le levier technologique, qui se traduit par le développement de techniques favorisant le réemploi, par exemple la moquette autoportante se passe de colle, donc permet d'augmenter le taux de réemploi du produit.

A ces trois leviers nous pouvons ajouter le levier social qui représente un volet caractéristique du développement de l'économie circulaire et qui est un atout de développement de la filière. Pensons aussi au levier juridique, qui permet d'accompagner les acteurs pour structurer et fiabiliser les transactions de produits.

Citons le cabinet d'avocats SKOV qui propose justement cet accompagnement juridique (voir figure 24). L'équipe suit notamment des bureaux d'étude comme BOMA pour rédiger des clauses de cession ou de vente afin de définir les responsabilités de chaque acteur intervenant dans la transaction d'un produit de réemploi. Le cabinet d'avocat propose aussi une veille juridique dans leur newsletter et fournit aussi du contenu pour informer et sensibiliser les acteurs de la construction au réemploi.



Figure 25 – Veille réglementaire de SKOV  
Avocat : "C'est nouveau en 2023"

### i. Freins assurantiels

Le manque d'assurance concernant les éléments de réemploi est un frein qui est mentionné systématiquement lors des discussions avec les acteurs de la construction. Cette problématique est accentuée en France par la garantie décennale des constructeurs.

C'est-à-dire, d'après l'article 1792 du code civil :

« Tout constructeur d'un ouvrage est responsable de plein droit, envers le maître ou l'acquéreur de l'ouvrage, des dommages, même résultant d'un vice du sol, qui compromettent la solidité de l'ouvrage ou qui, l'affectant dans l'un de ses éléments constitutifs ou l'un de ses éléments d'équipement, le rendent impropre à sa destination.

Une telle responsabilité n'a point lieu si le constructeur prouve que les dommages proviennent d'une cause étrangère. »

### Des actions pour sensibiliser les assureurs

Cette responsabilité est à la charge du constructeur dix ans après la livraison du projet. On comprend donc un peu mieux pourquoi les constructeurs sont sceptiques à l'intégration de produits de réemploi qu'on peut difficilement assurer pendant 10 ans. Un travail considérable est alors entrepris pour rassurer les assureurs. Des outils et des ressources existent en effet pour faciliter le réemploi.

Dans un souci d'accompagner les maîtrises d'ouvrage dans la reconnaissance assurantielle de la pratique du réemploi, le CSTB, en partenariat avec A4MT (à l'initiative du Booster du Réemploi), Qualiconsult et MOBIUS Réemploi, lance le projet SPIROU : Sécuriser les Pratiques Innovantes de Réemploi via une Offre Unifiée. Ces 4 partenaires se sont accordés sur les 10 typologies de PEM (Produits, Equipements, Matériaux) sur lesquelles seront développés les guides méthodologiques et les modes opératoires partagés et reconnus. Ci-après les matériaux retenus :



- Bloc-portes en bois et bloc-portes coupe-feu en bois
- Appareils sanitaires en céramique
- Dalles de moquettes
- Charpentes industrielles en bois (à fermettes)
- Radiateurs à eau (fonte et/ou acier)
- Armoires électriques et protections modulaires
- Luminaires
- Briques à mortier de chaux
- Bardages minéraux
- Conduits de ventilation rigide en acier galvanisé

Concrètement, les partenaires rencontrent les assureurs pour leur proposer des guides et des méthodologies. Cette initiative permet de créer un cadre assurantiel pour une groupe de matériaux de réemploi.

### **Des solutions pour assurer les produits à la source**

Des solutions existent déjà pour fournir une assurance aux matériaux de réemploi. On peut citer la plateforme de mise en relation Cycle up qui fournit une garantie produit nommée « CYCLE SECURE » par le biais de l'assureur Allianz Iard. Les biens assurés sont :

« Matériaux de construction limités à un usage d'aménagement intérieur ou l'équipement urbain ou extérieur, à l'exclusion de :

- Gros œuvre (hormis parpaing)
- Éléments de façades ou d'étanchéité (hormis stores et protections solaires)
- Éléments d'équipement destinés à fonctionner électriquement ou équipements électriques (hormis terminaux d'éclairage) » *Notice d'assurance de Cycle Up*

Cette assurance permet une garantie du produit pendant 12 mois. Alors certes, nous sommes encore loin de la garantie décennale mais c'est un modèle de plateforme de mise en relation qui propose une clause assurantielle à la vente et qui s'engage pour la fiabilité et la durabilité du produit.

## ii. Caractérisation technique du produit – étude sur la traçabilité

Lors de l'inauguration de la plateforme *reemployez.fr*<sup>57</sup>, un contrôleur technique avait souligné le manque d'un maillon de la chaîne du réemploi. Un acteur qui permettrait de caractériser les produits à vocation de réemploi et leur fournir une fiche technique au même titre que les produits neufs. Cette étape ne peut être réalisée par le bureau de contrôle pour des raisons évidentes qu'il ne peut pas fournir à la fois la caractérisation et le contrôle de cette caractérisation. Cette mission peut être par exemple prise en charge par la plateforme de mise en relation, comme proposé par ROTOR Déconstruction.

« Rotor Déconstruction (Rotor DC) assure plusieurs activités et étapes importantes de la chaîne de diffusion : - **caractérisation des produits mis en vente** ; - recherche de clients potentiels (utilisateurs finaux, prescripteurs) ; etc. »<sup>58</sup> *Le Moniteur*

On voit alors que les plateformes de mise en relation jouent un rôle central dans le développement et la structuration du réemploi. Ces plateformes physiques ou numériques permettent de rassurer le consommateur et de cadrer la pratique. Néanmoins, la massification de l'intégration de produits de réemploi ne se fera pas seulement par le développement de ces plateformes, un profond changement des pratiques doit aussi s'effectuer dans le secteur de la construction.

## iii. Un changement de pratiques

La mise en place d'une filière d'économie circulaire demande un changement de pratique mais aussi une adaptation des acteurs du secteur. Une nouvelle fois, nous pouvons prendre l'exemple des déconstructeurs, qui s'adaptent rapidement à des demandes de déconstruction sélective et non plus de démolition. Le projet pilote de la déconstruction d'une partie de l'hôpital Lyautey dans le quartier du Neuhof à Strasbourg témoigne de la montée en compétence des équipes de déconstruction de l'entreprise en charge de la déconstruction, ici GCM.

Les industriels ont aussi un rôle central à jouer dans l'essor du réemploi. On peut citer le fabricant de revêtement de sol Interface<sup>59</sup> qui propose des solutions de pose des moquettes permettant le réemploi futur des dalles. De plus, le fournisseur de carrelage Dipol a créé un showroom de carrelage de fin de série afin d'éviter le gaspillage, et ce, à la suite de sa participation à l'opération KaléidosCOOP<sup>60</sup>.

<sup>57</sup> Inauguration de la plateforme numérique *reemployez.fr*, le 20 juin 2023 à Nancy.

<sup>58</sup> Edition du Moniteur du 14 sept. 2022, *Réemploi, architecture et construction : Méthodes, ressources, conception, mise en œuvre*, Pierre Belli-Riz, p. 84

<sup>59</sup> Rencontre avec Interface, 14/07/2023

<sup>60</sup> Le projet de rénovation du KaléidosCOOP, rue de la Coopérative, fait office de chantier exemplaire sur le secteur de l'EMS. Une visite organisée par Envirobat Grand Est et l'EMS a permis de comprendre la démarche de réemploi mise en place sur ce projet.

## d. Structuration de la filière sur le Grand Est

La structuration de la filière de réemploi dans le Grand Est est moins dynamique que sur d'autres territoires mentionnés plus haut. Les raisons de ce retard peuvent être multiples : un manque d'aides financières des pouvoirs publics, des acteurs frileux de se lancer dans les pratiques « non courantes » du réemploi. Néanmoins, les acteurs sont déjà en place sur le secteur et attendent le développement des plateformes pour dynamiser le réemploi. Ces acteurs ont été répertoriés et classés dans une carte mentale visible en **Annexe 1 et 2**. Sur cette carte mentale nous observons les multiples faiseurs du réemploi à l'EMS, rassemblées sur ce document suite à la rencontre d'une grande partie d'entre eux. Dans la partie qui suit, nous développons le rôle des acteurs principaux sur le territoire ainsi que les pistes de structuration de la filière, afin de permettre un usage simplifié et systématique des éléments de réemploi.

### i. Un tissu d'acteurs locaux bien ancrés sur le territoire

Au sein des acteurs du réemploi se trouvent les « médiateurs » c'est-à-dire les organismes capables de créer du lien entre les chantiers donneurs et les chantiers receveurs de matériaux de réemploi.



Parmi ces acteurs nous pouvons citer le Relais 2D qui est un acteur impliqué dans le développement du réemploi dans le secteur de la construction, en particulier avec la création d'un poste de chargé de mission économie circulaire. Le Relais 2D anime un groupe de travail constitué de 6 maîtres d'ouvrage publics afin d'identifier les besoins de ces derniers et de leur permettre d'intégrer des matériaux de réemploi dans leurs projets. L'organisme a notamment identifié des flux de matières particulièrement demandés par les MOA et a trouvé des solutions opérationnelles pour répondre à certains besoins en matériaux. Il travaille aussi en collaboration avec la Métropole de Toulouse qui porte le programme européen LIFE Waste2Build autour du développement de la filière de réemploi des matériaux du BTP.



BOMA, Les BONnes MATières est le premier bureau d'études spécialisé dans l'Economie Circulaire et le réemploi des matériaux du BTP de la région Grand Est. Basée à Strasbourg, l'entreprise accompagne les professionnels dans le changement de pratiques pour une intégration de l'économie circulaire. BOMA propose ainsi des solutions pour limiter l'impact environnemental d'un projet de déconstruction, de rénovation ou de construction neuve.

Les principales missions de BOMA sont des missions d'assistance à maîtrise d'ouvrage, de diagnostics ressources et PEMD (réglementaire en France depuis le 1er juillet 2023). Un accompagnement juridique est aussi proposé, ainsi que des formations à la carte et sensibilisation sur l'économie circulaire auprès des acteurs de construction d'aujourd'hui et de demain, comme avec des interventions à l'université.

Tout en réalisant ces missions de bureau d'étude de l'économie circulaire, BOMA a expérimenté la mise en place d'une Ressourcerie des matériaux du BTP à destination principale des particuliers. Forte de ces expériences, l'entreprise est aussi incubatrice de projets en accompagnant plusieurs initiatives locales de réemploi. BOMA est donc un acteur essentiel du réemploi dans le secteur, il joue le rôle de liant dans les rouages du réemploi et facilite la mise en relation entre les acteurs.



On trouve enfin l'EMS et plus particulièrement la DDEA qui se dresse en facilitateur du réemploi et instaure les conditions nécessaires au dialogue entre les acteurs du réemploi. Cette mission se traduit par exemple par la coanimation avec Envirobat Grand Est du groupe de travail de l'EC du BTP et du « Sandwich du Bâtiment ».

L'EMS organise aussi depuis cette année, des rendez-vous bi-annuels autour de la mise en place des plateformes de réemploi sur le secteur afin de créer une synergie entre les acteurs.

La collaboration de ces acteurs engagés en faveur du réemploi joue un rôle essentiel dans la stimulation de la filière sur le territoire, contribuant ainsi à la mise en place d'une première série de solutions pour sa structuration. En parallèle de ces acteurs solidement implantés et clairement identifiés, on observe également l'émergence de solutions opérationnelles visant à encourager davantage la pratique du réemploi.

C'est dans ce contexte, que l'EMS a pris l'initiative de lancer un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) spécifiquement dédié aux plateformes de réemploi et de recyclage de matériaux de construction. Cette démarche a permis d'identifier les acteurs se mobilisant pour mettre en place des plateformes de réemploi physiques ou numériques. Ces initiatives visent à répondre aux besoins croissants du secteur en matière de gestion durable des matériaux de construction et de réduction de ses déchets.

### **Identifier les flux de matières**

Dans un premier temps, les plateformes doivent identifier les flux de matières sur lesquels elles se positionnent. Pour les aider, le Relais 2D a créé un document synthétisant les flux de matière les plus demandés par la maîtrise d'ouvrage. Les principaux matériaux sont :

- Les carrelages et plinthes,
- Les chemins de câbles,
- Les portes en bois d'intérieur sans caractéristiques techniques,
- Les soles en PVC,
- Les gravillons pour toiture.

Le Relais 2D cherche ainsi des solutions pour fournir ce type de matériaux, néanmoins les éléments mentionnés ne sont pas toujours facilement réemployables, ici le carrelage, et d'autres éléments avec un potentiel de réemploi élevé ne sont pas mentionnés comme les sanitaires ou les faux-plafonds par exemple.

Plus généralement, des groupes de matériaux ont déjà été identifiés afin de faciliter leur réemploi. Parmi les structures ayant réalisé ce travail, on peut citer :

- Les 36 fiches matériaux du projet européen interrégional FCRBE (Facilitating the circulation of reclaimed building elements, en français « Faciliter la circulation des matériaux de construction de réemploi »).
- Le CSTB qui a répertorié en juillet 2022 une liste de 29 familles de produits propices au réemploi. Afin de produire cette liste, le centre a interrogé plusieurs acteurs différents de la construction.

Les plateformes doivent donc identifier les flux de matériaux les plus stables et rentables afin de sécuriser leur plateforme sur le long terme.

### **Répondre à la demande de reconditionnement**

D'après une étude réalisée par Cycle Up (voir annexe 5), « 98% estiment pouvoir avoir confiance en des matériaux de réemploi si les matériaux disposent d'une garantie ou ont été reconditionnés par un professionnel ». Ce retour des acteurs de la construction montre l'importance majeure des plateformes physiques pour susciter la confiance du consommateur. Les techniques de nettoyage, de réparation, d'amélioration du produit sont donc à développer et les retours d'expérience à partager afin de répondre uniformément à la demande sur tout le territoire français.

### **Optimiser les offres**

Il serait plus efficace pour le développement du secteur que les plateformes s'accordent sur les flux ciblés. En effet, une mise en concurrence des flux risquerait de disperser l'attention des acteurs de la construction. Si chaque flux possède une issue de réemploi dans un périmètre donné, il a plus de chances d'être réemployé systématiquement.

Parmi les plateformes qui émergent, on peut citer B2R qui se veut être une plateforme physique de réemploi de chemins câbles, sanitaire et faux-plafonds. B2R est hébergée par le groupe Altair (acteur de l'ESS) et est épaulée par BOMA qui l'aide au développement de la structure.



Figure 26 - Photos du stock provisoire de B2R (09/06/23) – crédit : Louise Eich

Le développement des plateformes physiques va de pair avec celui des plateformes numériques. Ces dernières servent à promouvoir les ressources disponibles sur un territoire.

ii. Des structures pour connecter l'offre et la demande en produits de réemploi

Le développement d'outils au service du réemploi est un enjeu primordial afin d'ancrer la pratique sur le territoire. Le changement des pratiques ne se fera que si des outils de mise en relation entre l'offre et la demande de matériaux de réemploi se développent. Les solutions sont autant numériques que physiques et ces deux modèles de plateformes sont complémentaires.

Le 20 juin 2023 a lieu l'inauguration d'une plateforme numérique sur la région Grand Est nommée **reemployez.fr**.

# reemployez.fr

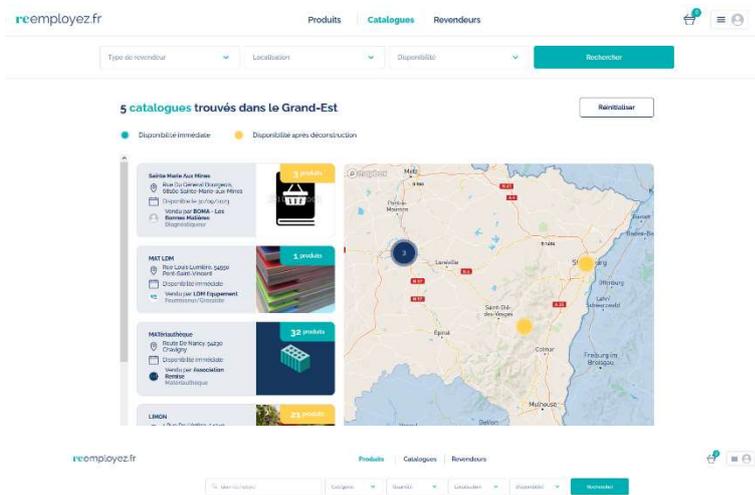


Figure 27 - Capture d'écran de la plateforme numérique du réemploi dans le Grand Est – espace « catalogue »

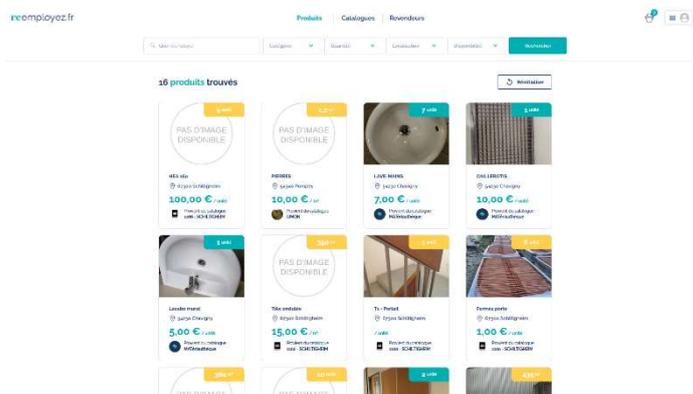


Figure 28 - Capture d'écran de la plateforme numérique du réemploi dans le Grand Est – espace « produits »

L'inauguration de la plateforme a eu lieu le 20 juin à Nancy. A cette occasion, de nombreux partenaires ont fait le déplacement pour prendre part aux échanges et soutenir ce projet. Il est vrai que le lancement de cette plateforme répond à des fortes attentes des acteurs du secteur d'avoir un outil numérique qui permettrait de centraliser toutes les informations sur les gisements.

Bien que Cycle Up, un market place de produits et matériaux de réemploi, couvre partiellement le



Figure 29 - Table ronde sur le réemploi, inauguration de la plateforme reemployez.fr à Nancy le 20 juin 2023

territoire du Grand Est, la plateforme ne référence pas fidèlement les acteurs locaux et les disponibilités du gisement. Cette nouvelle plateforme est donc la première à se développer exclusivement sur la région Grand Est.

Grace aux exemples d'autres territoires, on peut alors se questionner sur les conditions qui permettent à ces initiatives de s'ancrer dans la durée et de proposer un modèle économique soutenable.

### iii. Les conditions d'émergence des structures – La recherche d'un modèle économique stable

Afin de pérenniser la filière du réemploi de matériaux de construction, il faut que le modèle économique de la pratique soit viable. C'est-à-dire, dans l'état actuel de l'équilibre économique, les entreprises du réemploi doivent trouver un intérêt économique à leur pratique, afin de ne pas ou peu dépendre d'aides financières des collectivités.

Une des pistes pour l'émergence d'un modèle économique stable est la massification de la filière. Prenons l'exemple de MOBIUS, une entreprise spécialisée dans le réemploi de faux-plancher technique en Île-de-France.



Cette entreprise se revendique comme un acteur de la massification du réemploi et souhaite industrialiser la pratique afin de la rendre plus systématique et plus facilement applicable.

Néanmoins, cette « industrialisation » du réemploi n'est pas applicable pour tous les matériaux et à toutes les échelles. Certains matériaux, moins standardisés ont besoin d'un traitement au cas par cas ou même requièrent d'un travail intellectuel de changement d'usage.

On peut aussi questionner le modèle économique à atteindre qui repose sur un prix de l'énergie en augmentation et par la même occasion du prix de la ressource neuve. En effet, on peut espérer un

changement de l'équilibre économique au profit des matériaux de réemploi dans les prochaines années.

# CHAPITRE II :

## LA MESURE DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Dans un secteur où le développement du réemploi représente un enjeu principal dans la diminution des déchets, les acteurs de la construction souhaitent que la pratique se massifie rapidement. Les acteurs du réemploi avec qui j'ai eu l'occasion d'échanger m'ont permis d'identifier plusieurs besoins du secteur. Le besoin urgent est de lever les freins au développement de la filière détaillés dans le *tableau 1*, et d'ainsi être rassuré quant à la fiabilité des matériaux de réemploi mais aussi d'avoir connaissance des ressources disponibles. On remarque aussi que certains MOA ne se lancent pas, sous prétexte de manque d'expérience et de maturité de la filière. C'est dans ce contexte que s'est posé la question de la transmission des expériences vécues sur les chantiers incluant des éléments de réemploi.

Le besoin ici est donc de permettre aux acteurs, MOA, bureau d'étude, MOE, architectes, etc. d'avoir une vision claire des objectifs liés à la massification de la filière et puisse identifier l'évolution de la filière dans le temps. Ce deuxième chapitre va ainsi se focaliser sur les méthodes d'évaluation de la circularité des projets, sujet encore légèrement traité dans le secteur de la construction. La « circularité » d'un projet peut être définie par le degré d'intégration du projet dans une logique d'économie circulaire. A noter qu'avec les conceptions actuelles des bâtiments, on ne peut que tendre vers une logique d'économie circulaire, parler d'un bâtiment circulaire serait donc un abus de langage.

Quelques travaux de recherche ont déjà été menés afin de calculer l'effet de l'économie circulaire sur les opérations. Ces travaux permettent de cerner plus précisément la notion d'économie circulaire et ainsi d'avoir une meilleure compréhension du sujet. D'après les travaux de Francesco Pomponi et de Alice Moncaster<sup>61</sup>, l'EC dans le secteur de la construction fait intervenir 6 notions principales (« six pillars framework ») :

- Politique,
- Environnementale,
- Economique,
- Comportementale (comportement et demande des usagers),
- Sociétale (éducation et collaboration),
- Technologique (technique, mise en relation offre/demande, stockage...).

---

<sup>61</sup> *Circular economy for the built environment: A research framework* (2017)

Les relations entre ces indicateurs sont détaillées dans la figure 30. On y voit qu'un bâtiment circulaire, est un bâtiment qui traite ces 6 notions.

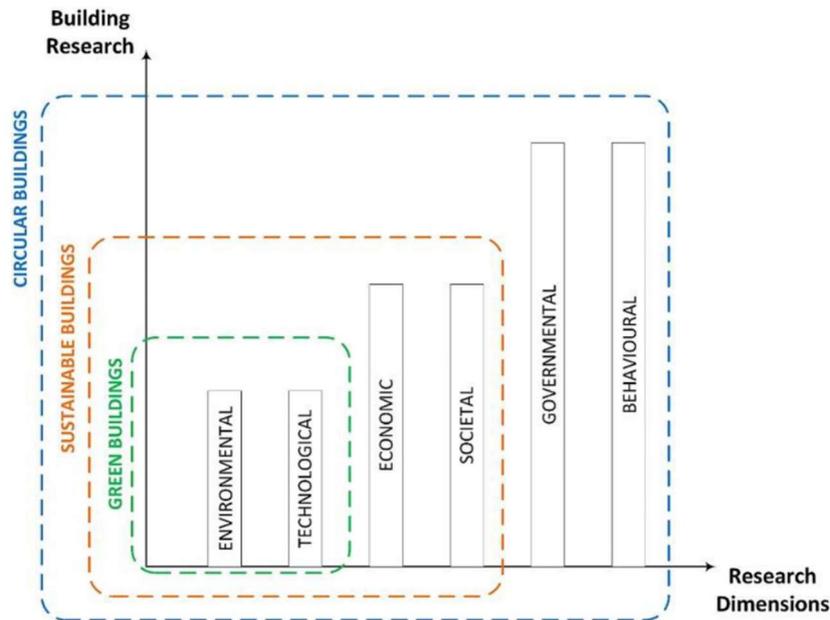


Figure 30 - Relations entre les six dimensions et les approches de recherche pour le bâtiment, (Pomponi and Moncaster, 2017)

Les conclusions de (Lachat, 2022) sur la définition de l'économie circulaire appliquée au domaine de la construction est qu'elle reste encore très élastique et peu cadrée. Il ajoute, que selon (Pomponi & Moncaster, 2017) l'analyse d'un bâtiment par le biais de l'économie circulaire est l'approche d'analyse la plus complète, en opposition à une ACV réglementaire qui prend uniquement en compte le point de vue carbone du projet. L'analyse de la circularité permet quant à elle une étude multicritère d'un projet, en comptant parfois même les multiples cycles de vie que peut avoir un bâtiment ou un matériau.

Concernant les travaux sur l'EC des bâtiments, (Lachat, 2022) met en lumière, que peu de travaux ont été entrepris sur tout le cycle de vie du bâtiment et peu de travaux ont été fait sur la conception circulaire des bâtiments, par exemple.

Dans la suite, nous présenterons des pistes de solutions opérationnelles afin de mettre en place un indice de circularité des projets. Le développement d'un tel indicateur implique l'exploration des méthodes existantes afin d'identifier les indicateurs nécessaires à la mesure de la circularité d'un projet, ainsi que les méthodes de calcul permettant d'aboutir à une évaluation du projet.

# I. Quelle(s) méthode(s) pour mesurer la circularité d'un projet ?

La mise en place d'un outil de calcul de la circularité d'un bâtiment requière l'identification des critères d'évaluation. L'étude environnementale à elle seule peut faire intervenir 77 indicateurs différents d'après Ambroise Lachat, l'identification d'une méthode de calcul de la circularité d'un bâtiment fait elle aussi intervenir de multiples notions. Nous développons dans cette partie dans un premier temps l'utilité d'une méthodologie d'évaluation et dans un deuxième temps les indicateurs à choisir pour cette évaluation.

## a. L'utilité du retour d'expérience

Avant de développer les recherches concernant les outils d'évaluation de l'économie circulaire, rappelons les raisons du besoin de formaliser les retours d'expérience. Lors d'un échange à l'agence d'architecte Cnb.archi, nous avons abordé la question de la surévaluation dans le domaine du BTP. Suite à la mise en application de la RE 2020 en janvier et juillet 2022, l'émergence d'un indicateur de circularité peut être questionnée. Néanmoins, les auteurs s'accordent à dire que l'analyse de cycle de vie propose une lecture incomplète de l'impact global de la construction d'un bâtiment, en témoigne la revue de littérature réalisée par Hossain & Ng, qui propose une vision critique de la méthode de calcul d'ACV, observant qu'un grand nombre de travaux avaient été menés sur ce sujet, oubliant les autres critères.

« Although some important research gaps were highlighted from different perspectives of building assessment, none of those studies has considered integrating a circular economy (CE) with LCA for more sustainable building construction. »

« Bien que des d'importantes lacunes en matière de recherche aient été soulignées dans différentes perspectives d'évaluation des bâtiments, aucune de ces études n'a considéré l'intégration de l'économie circulaire à l'analyse de cycle de vie pour une construction plus durable. »

L'importance de considérer le bâtiment dans sa globalité rend donc sa conception plus complexe, c'est pourquoi la mise en place d'un outil de collecte de retour d'expérience permet entre autres :

- La sensibilisation et l'élargissement des connaissances des acteurs sur l'économie circulaire dans le secteur de la construction,
- L'aide à la définition de l'économie circulaire et à la compréhension des enjeux liés à son développement,
- La collecte de retours d'expérience afin d'en tirer des enseignements pour de nouveaux projets, le retour d'expérience permet ainsi d'aider à la conception de nouveaux projets, ces deux notions sont liées,

- L'archivage de l'évolution de l'intégration de l'économie circulaire dans le temps et l'espace,
- Le développement futur d'une labélisation EC.

L'article scientifique de Saidani et al. spécifie qu'il devient de plus en plus important de développer des outils et des méthodes d'évaluation de l'intégration de l'économie circulaire dans les projets. La mise en place d'un indicateur d'EC permettrait donc de suivre l'évolution des pratiques et de concentrer la complexité du sujet<sup>62</sup>.

Le retour d'expérience fait ainsi partie d'une méthode d'analyse des projets, il peut se manifester de différentes manières afin de livrer un rapport correspondant aux besoins de l'étude. Ici, nous cherchons à produire un outil de retour d'expérience multicritères afin de rendre compte de la complexité de l'impact que peut avoir une construction sur son environnement.

## b. Quels-sont les outils déjà disponibles ?

La pertinence du développement d'un tel outil se reflète aussi par la présence sur le marché d'outils similaires et qui permettent l'évaluation multicritères d'un projet. Dans cette partie, nous développons les quelques initiatives et outils déjà identifiés sur le secteur.

- Outils de retour d'expérience

Le Booster du Réemploi, projet née de l'entreprise A4MT, a mis en place un questionnaire détaillé à destination des maîtres d'ouvrage afin de récolter des retours d'expérience<sup>63</sup>. Ce questionnaire a pour objectifs de rassembler un grand nombre de données relatives à l'intégration de réemploi dans des projets de construction. Les indicateurs sélectionnés sont relatifs :

- Aux économies carbonees liées à l'intégration de réemploi ;
- A l'impact sur le développement de la filière de réemploi ;
- Le volet assurantiel et contrôle des matériaux.

L'outil et le traitement des données sont accessibles aux adhérents au Booster du Réemploi.

Un autre outil, libre de droit, est l'outil de retour d'expérience développé par l'organisme FutureBuilt, déjà détaillé dans le chapitre I, II.c. *Perspectives européennes*.

Notons ainsi que ces outils ont fait des choix concernant les indicateurs pris en compte, ces choix influencent donc le focus apporté par l'outil et témoigne de la sensibilité de l'auteur.e.

Outre le retour d'expérience, ce qui intéresse aussi grandement les acteurs sont les outils d'aide à la décision, qui permettent de concevoir des bâtiments « circulaires ».

- Outils d'aide à la décision

---

<sup>62</sup> Traduit de l'anglais : « the interests of such indicators lie in their ability to summarize and concentrate the great complexity of our dynamic environment », p.3

<sup>63</sup> Echange du 13 juillet avec Cécilia Darçot du Booster du Réemploi

Les travaux de Lachat abordent rapidement le développement d'outils d'aide à la conception pour les industriels et le secteur de la construction : « Bracquené et al., 2020; Leising et al., 2018; Madaster Services BV., 2018; platform CB'23, 2020; Zhang et al., 2021a ».

Complétons cette liste avec le logiciel développé par One click LCA qui promet de calculer la circularité d'un projet. Ainsi de nombreux outils ou méthodes sont déjà présents sur le secteur, néanmoins, ces outils traitent ainsi partiellement la circularité du projet, par manque d'informations, manque de recul ou de temps. Pour la suite, nous nous intéresserons au choix des indicateurs à intégrer dans un outil qui serait adapté aux besoins du secteur eurométropolitains. Un outil qui résume les besoins et enjeux du secteur sur le territoire et qui va plus loin que ceux décrits précédemment.

#### i. Une multitude de choix et de points de vue pour l'étude de la circularité

Les possibilités d'indicateurs pour l'évaluation de la circularité d'un bâtiment sont multiples, en témoigne les travaux de Nuñez-Cacho et al., qui après une étude des travaux scientifiques et des rapports d'entreprise ont identifié 234 indicateurs possible à l'évaluation de la circularité. Ces indicateurs ont été regroupés pour former finalement 83 indicateurs, qui ont été soumis à l'avis de professionnels de la construction pour évaluer leur pertinence.

A l'issue de leurs recherches, le groupe développe l'outil e-Delphi qui se caractérise par les critères détaillés en annexe 6.

Le choix d'une étude multicritère implique donc la mise en place d'une méthode afin d'identifier les indicateurs les plus pertinents à l'évaluation. Les travaux traitant de l'analyse de la circularité d'un bâtiment, montrent la variété d'indicateurs possibles « Ainsi, il n'existe pas un indicateur unique mais autant de variations que de définitions. »<sup>64</sup>

La majeure partie des études traitent la circularité d'un PEM sans prendre en compte son environnement, en témoigne le développement de l'outil d'évaluation de la circularité de produits de la construction (Ecoscale : l'évaluation environnementale de la circularité du CSTB, 2023). L'évaluation sur tout un bâtiment est ainsi une piste intéressante à exploiter.

#### ii. Les indicateurs sélectionnés

Pour identifier les indicateurs convenant à notre étude sur le territoire, nous avons mené une approche similaire à celle exposée dans l'étude de Nuñez-Cacho et al. C'est-à-dire que nous procédons en plusieurs phases d'analyse des indicateurs afin de définir les indicateurs qui seront intégrés à l'outil de calcul.

- La première liste d'indicateurs a été définie à partir de nos recherches bibliographiques ainsi que des discussions avec les acteurs du réemploi. En rassemblant ces informations, nous arrivons à une liste de 62 indicateurs, voir annexe 7.

---

<sup>64</sup> *Le réemploi appliqué au domaine de la construction : principe, impact environnemental et mesure dans le cadre d'une économie circulaire.* (2022) Thèse, Laboratoire Navier, Marne-la-vallée.

- A partir de cette liste, les doublons ont été supprimés et nous avons regroupé les indices selon 5 groupes distincts, voir annexe 7.
- Enfin, nous identifions deux types d'indicateurs qui sont les indicateurs de moyen et ceux de résultat. Les indicateurs de moyen font référence à la mise en place de la filière de réemploi sur le secteur. C'est ainsi par l'activation de la filière que le réemploi peut se mettre en place sur une opération. On a donc deux types d'indicateurs, à une échelle macro, selon la filière réemploi et à une échelle micro, selon le bâtiment.

Ci-dessous, *tableau 2*, nous décrivons la liste finale des indicateurs sélectionnés pour l'outil d'évaluation développé.

Tableau 2 - Description et justification des indicateurs choisis dans le cadre de l'évaluation de circularité d'un projet

## Bâtiment - comparaison à une référence qui est le projet sans ambitions de réemploi

Catégories	Indicateurs	Description	Justification du choix de l'indicateur
Impact environnemental	Emissions de CO2 économisées	Equivalent CO2 économisé par l'intégration de réemploi sur le nouveau projet	Indicateur facile à estimer grâce à la base INIES, il est un argument clé en faveur du réemploi.
	Gestion des matières premières	Impact environnemental de l'extraction de matières premières liées à la construction du projet, calcul en tonne des matériaux économisés	Indicateur sélectionné pour les objectifs réemploi dans la REP bâtiment, il est donc intéressant d'avoir une estimation de la masse de déchets évités.
Impact économique	Coût des étapes du cycle de vie du matériau	Coûts liés à l'intégration de matériaux de réemploi et bénéfices éventuels liés à la vente de PEM déconstruits sur le chantier précédent	Indicateur dont l'estimation est un enjeu majeur dans le développement du réemploi, pour atteindre un modèle économique stable.
Impact social	Sensibilisation au réemploi (MOA + MOE + utilisateurs)	Sensibilisation / information / formation des équipes, évaluer le niveau de connaissance des acteurs	Indicateur facile à estimer, qui permet de faire le bilan de la sensibilisation réalisée auprès des acteurs du réemploi.
Gestion des ressources futures	Réemployabilité / recyclabilité	Gestion des PEM en fin de vie du bâtiment, calcul du taux de réemployabilité et de recyclabilité, aide de l'outil d'évaluation EcoScale	Parce que les bâtiments construits aujourd'hui sont les déchets de demain, la conception circulaire est un enjeu majeur pour augmenter la part d'éléments réemployables en fin de vie.

## Filière

Catégories	Indicateurs	Description	Justification du choix de l'indicateur
Valorisation métier	Création d'emplois locaux	Création d'emplois de réinsertion et de contrats d'apprentissage	Indicateur facile à estimer, qui s'inscrit dans la démarche sociale de l'économie circulaire.
	Aide au développement d'une ou plusieurs plateformes de réemploi	La systématisation de l'usage d'éléments de réemploi permet d'aider à l'émergence de filières (plateformes, ressourceries, bureau d'étude, signature de charte et de FREC, etc.).	Cet indicateur permet d'intégrer le projet dans l'écosystème de la filière réemploi et ainsi mesurer l'influence du projet sur le développement des plateformes.
Mise en œuvre du réemploi	Chantier exemplaire de réemploi	Les chantiers exemplaires donnent des inspirations et montrent la voie à d'autres chantiers.	Cet indicateur permet de pousser les acteurs à innover et à communiquer sur leur initiative.

Dans la suite, nous développons les indicateurs pris en compte précédemment pour l'évaluation multicritères de la circularité d'un bâtiment.

L'étude se place pour des projets en chantier ou des projets déjà livrés, ce choix est justifié par la volonté d'avoir des données réalistes pour alimenter les retours d'expérience. L'outil pourra, avec plus de maturité, évoluer vers un outil d'aide à la décision qui permettra de faire des projections de circularité du bâtiment.

## II. Etude de cas : Développement de l'interface de l'outil

L'étude d'une opération concrète s'est déroulée de manière complémentaire au développement de l'interface de l'outil, à tel point qu'il est difficile d'aborder le développement de l'outil et l'étude de cas de manière totalement distincte. Ces tests sur une première version de l'outil ont permis de relever certaines incohérences et de simplifier l'interface.

Il a fallu tout d'abord sélectionner une opération qui permettra de développer au mieux l'outil, c'est-à-dire qu'il comporte des matériaux de réemploi issus de plusieurs sources, et qu'il soit au minimum en phase chantier. Etant donné la temporalité du stage, il a été compliqué de trouver des études de projet déjà terminés et ayant eu un objectif de réemploi, étant donné que la pratique est encore en développement. Ainsi, une seule étude de cas pourra être développée ici, elle servira néanmoins à développer l'outil grâce à un retour d'expérience concret.

### a. Présentation du projet - Unité technique de la CEA à Schirmeck

L'étude est réalisée sur l'unité technique (UT) de la Collectivité Européenne d'Alsace (CEA) à Schirmeck, dont un bâtiment, le bâtiment passif, est terminé. Le travail sur le réemploi effectué par BOMA, est couplé avec l'UT de Wasselonne qui se situe à 37 km de Schirmeck, le projet inclut du réemploi in situ et ex situ.

Le projet comporte 3 bâtiments différents, le bâtiment passif, le hangar et l'abris à sel. Pour notre étude, nous nous focalisons sur le bâtiment passif (voir plan ci-dessous) qui abritera des bureaux ainsi que des vestiaires.

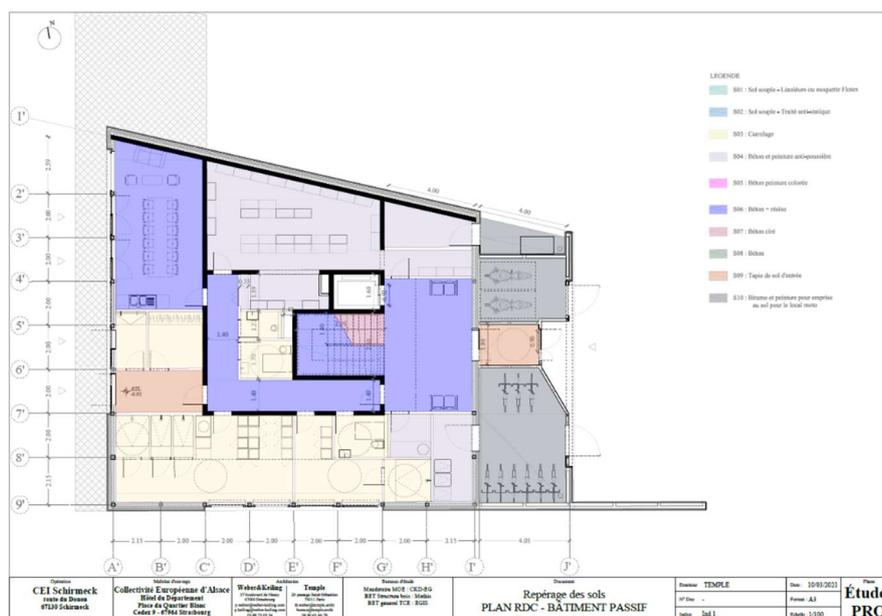


Figure 31 - Plan PRO RDC du bâtiment passif avec repérage des sols

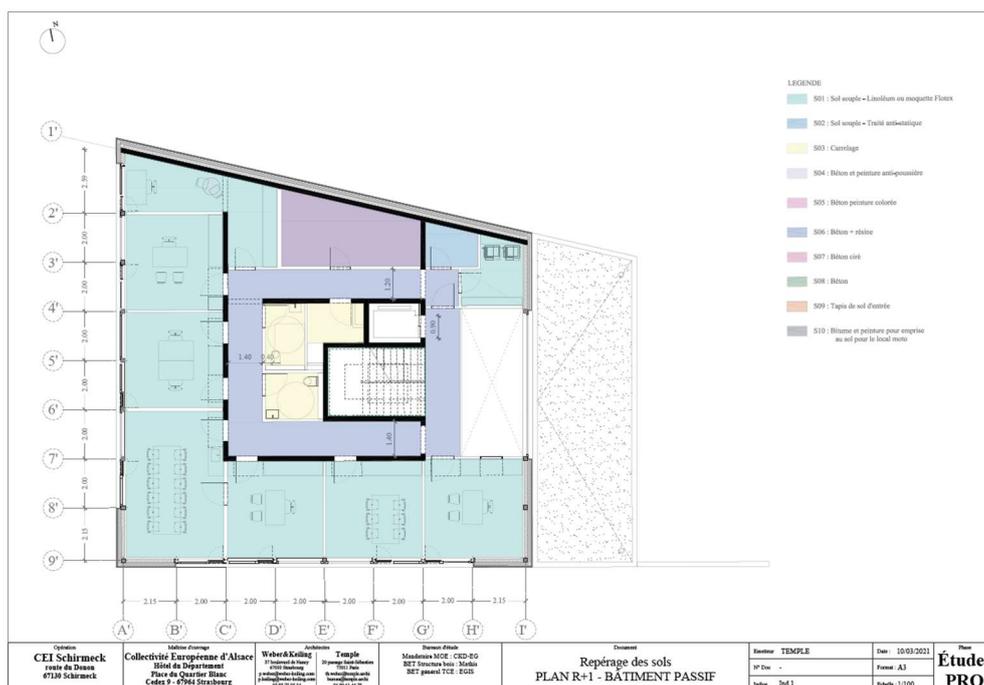


Figure 32 - Plan PRO R+1 du bâtiment passif avec repérage des sols

Le projet a été visité et un compte rendu réalisé avec l'entreprise générale de la construction CKD, voir photos en annexe 11. CKD est une entreprise générale du bâtiment qui est à la charge de la reconstruction de l'unité technique à Schirmeck. Une visite de chantier a permis d'échanger avec Maxime Roth un des conducteurs de travaux qui travaille sur les opérations de Schirmeck et de Wasselonne. La première phase du chantier, c'est-à-dire la construction du bâtiment passif et d'une partie du hangar est sur le point d'aboutir, marquant le début de la deuxième phase. La visite a ainsi permis d'avoir un retour d'expérience sur l'intégration de produits et matériaux de réemploi sur le chantier.

## b. Méthode d'analyse du projet - Amélioration de la plateforme

L'analyse du projet a tout d'abord consisté au rassemblement des données relatives à l'opération, majoritairement par le biais de BOMA et de CKD. BOMA a partagé son diagnostic PEMD qui répertorie les matériaux issus de réemploi in situ et ex situ. L'entreprise CKD a quant à elle partagé l'étude carbonée réalisée en phase PRO de l'opération « bâtiment passif », ainsi que les coûts de chantier par lot.

Toutes ces informations ont permis de réaliser une étude poussée sur l'ensemble du bâtiment afin notamment de connaître l'impact carbone et économique de l'intégration d'éléments de réemploi.

Le processus d'analyse du projet a été assez long, et donc difficilement reproductible à grande échelle. Long, car il a fallu rassembler toutes les informations nécessaires à la saisie des données sur l'outil, long aussi car les calculs n'étaient pas assez automatisés. Il a donc fallu épurer l'outil pour le rendre

facile et rapide d'utilisation. Ce travail de simplification de l'outil induit aussi une baisse des fonctionnalités possibles. On ne s'intéresse plus à l'ensemble du projet mais seulement à la partie du projet qui a été concerné par l'intégration d'éléments de réemploi. Ainsi il devient plus difficile de fournir une évaluation à proprement parlé, on produit plutôt une analyse des résultats qui pourra être comparée à d'autres projets similaires.

Dans la suite, on traite du fonctionnement technique de l'outil, la façon dont l'interface a évolué et comment rendre compte synthétiquement des résultats calculés.

## III. Développement de l'outil

L'outil a pour objectif de récolter des données d'un projet en phase chantier ou plus, il est dédié aux maîtres d'ouvrages désirant faire un bilan de leur opération. L'utilisation doit être simple et fluide, pour une meilleure compréhension de l'outil, un guide d'utilisation est mis à disposition (voir annexe 8). Pour le développement de l'outil, il est décidé d'utiliser le format numérique Excel, ce logiciel, simple d'utilisation permet de traiter une base de données et de créer une interface avec l'utilisateur-riche.

Au fil du développement, nous observons qu'un gestionnaire de base de données serait plus adapté à l'outil. Ce sujet est développé dans la dernière partie du chapitre. Dans la suite nous détaillons la méthode de calcul associée à chaque indicateur. Le projet incluant du réemploi sera comparé à un projet témoin qui répond aux modes constructifs traditionnels.

### a. Description générale de l'outil

#### i. Squelette de l'outil

Le format de l'outil s'appuie sur l'outil développé par FutureBuilt, présenté plus haut. Il comprend plusieurs onglets qui suivent des étapes d'utilisation de l'outil : introduction, saisie de données – partie 1, saisie de données – partie 2, résultats, rapport.

Le tableur a été construit afin de simplifier au mieux son utilisation et de permettre une saisie rapide et intuitive des données, d'où la présence de l'onglet « calcul » qui permet d'automatiser le rendu. La saisie est séparée en 2 parties faisant référence aux indicateurs non quantifiables – **impact social** – et à ceux quantifiables -impacts ressource, carbone et fin de vie.

L'évaluation des impacts **ressources, économique et fin de vie** se fait selon une grille d'analyse unique (voir annexes 9 et 10). L'analyse des ressources futures via l'indicateur fin de vie ne sera pas développée dans cette première version de l'outil. Quatre scénarios sont pris en compte dans ce schéma :

- PEM neuf ;
- PEM issu de réemploi in situ ;
- PEM issu de réemploi ex situ ;
- PEM issu de fin de stock neuf.

Nous posons ensuite la question du reconditionnement, qui va concerner tous les indicateurs, mise à part l'indicateur ressources. Concernant les reconditionnements sur place et sur plateforme physique, on considère par défaut que le PEM reconditionné est en bon état.

Enfin, s'il n'y a pas de reconditionnement, l'état du matériau est à indiquer, cela influera sur le prix de vente du PEM.

## ii. Création de la base de données

Afin de répondre aux besoins de l'outil, une base de données regroupant les informations « carbone », « ressource », « économique » et « fin de vie » a été créée. Une liste de PEM fréquemment utilisés a été sélectionnée à partir de la liste établie par le Relais 2D (voir annexe 4) et des retours d'expérience de BOMA. Un aperçu de la base de données est disponible en annexe 8.

Dans la suite, nous détaillons le processus d'évaluation pour chaque groupement d'indicateurs.

## b. Détail de l'analyse selon les indicateurs sélectionnés

### i. Impact social

La partie « impact social » englobe quatre indicateurs différents, deux à l'échelle du bâtiment et deux autres à l'échelle de la filière du réemploi. Ceux-ci sont les seuls à ne pas être quantifiable, ils seront donc évalués par un comptage de points selon le tableau suivant.

Echelle micro - bâtiment	Sélectionné	Calculé
<b>Sensibilisation au réemploi</b>		
MOA	Pas d'action spécifique/Information/Sensibilisation/Formation	0/1/2/3
MOE	Pas d'action spécifique/Information/Sensibilisation/Formation	0/1/2/3
Equipes de construction	Pas d'action spécifique/Information/Sensibilisation/Formation	0/1/2/3
Utilisateur-riche-s	Pas d'action spécifique/Information/Sensibilisation/Formation	0/1/2/3
Création d'emplois de réinsertion	Non/oui	0/3
Création de contrat d'apprentissage	Non/oui	0/3
Echelle macro - filière	Sélectionné	Calculé
Aide au développement d'une ou plusieurs plateformes de réemploi <i>Sollicitation d'une plateforme physique ou numérique pour le réemploi</i>	« Case vide » /*/**/***	0/2/3/4
Chantier exemplaire du réemploi <i>On appelle chantier exemplaire, un chantier innovant, qui fait l'objet d'une communication particulière (visites, présentations, bilans publics des avancements du chantier, etc.).</i>	Non/oui	0/2

Un pourcentage de la note maximale est calculé et accessible dans les onglets *Résultat* et *Rapport*. En complément de cette note, il est possible de générer via le bouton « MAJ » de l'onglet *Rapport* une liste de conseils permettant d'améliorer cette note.

La liste de conseils est générée selon les critères suivants :

Recommandations - amélioration note social

Si note "Micro-bâtiment" < 25%	Vous pouvez vous rapprocher d'un bureau d'étude en économie circulaire, qui vous proposera une série de formations disponible pour vous et vos équipes.
Si note "Micro-bâtiment / sensibilisation utilisateurs" =0	Vous pouvez vous rapprocher d'un bureau d'étude en économie circulaire, qui vous proposera une série de formations disponible pour vous et vos équipes.
Si note "micro-bâtiment / création d'emplois de réinsertion"=0	Vous pouvez contacter le relais chantier, qui vous aide à créer des emplois de réinsertion.
Si note "macro-filière / aide des plateformes de réemploi" = 0	Vous pouvez consulter le <i>Carnet de l'Economie Circulaire du BTP</i> , qui vous donne tous les contacts nécessaires pour trouver une plateforme de réemploi.
Si note "macro-filière / chantier exemplaire" = 0	Si vous voulez que votre projet devienne un chantier exemplaire, vous pouvez contacter Envirobat Grand Est qui pourra vous aiguiller sur les démarches à entreprendre.

La liste de critères ainsi que la grille de notation sont encore en phase expérimentale, les pondérations accordées à chaque critères peuvent encore évoluer suite à une expérimentation plus poussée de l'outil d'analyse.

## ii. Emissions de CO2 économisées

L'intégration d'éléments de réemploi dans une construction neuve ou de rénovation réduit considérablement le bilan carbone du produit. Comme abordé précédemment, les éléments de réemploi ont l'avantage de proposer une alternative « bas carbone » aux PEM neufs. L'enjeu ici est d'estimer le total de CO2 économisé via la mise en œuvre du réemploi sur l'opération en question.

Pour le calcul carbone on applique deux méthodes, qui pourront être comparées par la suite :

- D'un côté la méthode de calcul issu de la Réglementation Environnementale 2020 (RE2020) qui permet de calculer l' « impact carbone construction », noté  $Ic_{construction}$ .  
→  $Ic_{construction\_RE2020}$  (PEM de réemploi) = 0 kg eq CO2

L'utilisation de cette méthode pour tous les types de projet peut être perçue comme abusive, étant donné qu'elle ne s'applique qu'à une partie des projets neufs. Néanmoins, ne faisant intervenir ici, ni les objectifs carbones de la RE2020, ni les autres indicateurs carbones en dehors de  $Ic_{construction}$ , nous estimons que l'utilisation de cette méthode comme première approche de calcul est justifiée. Nous proposons tout de même une autre méthode de calcul, qui ne réduit pas toutes les émissions carbones à zéro.

- D'un autre côté, le bureau d'étude en économie circulaire Cycle Up a développé, en collaboration avec le cabinet Reverse, la méthode de calcul qui propose une approche réaliste de l'impact carbone d'un PEM de réemploi.

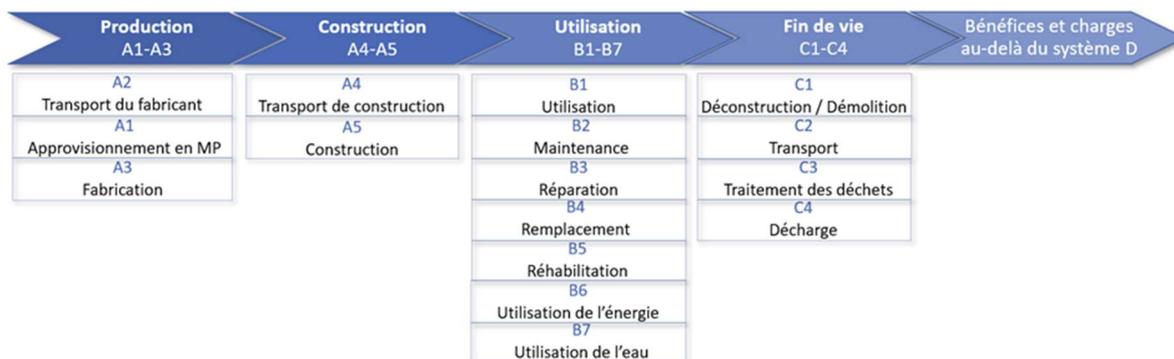


Figure 33 – Etapes du cycle de vie d'un produit, comme présenté dans la FDES - Source INIES

L'annexe 9 exprime l'impact carbone du PEM réel, si une FDES est disponible sur la base INIES, en fonction de différents scénarios de réemploi. Les étapes susceptibles d'augmenter le poids carbone d'un matériau de réemploi sont alors le transport vers et depuis une plateforme de reconditionnement et le reconditionnement.

Ce logigramme a été intégré à l'outil afin de fournir une estimation de l'impact carbone réel du réemploi.

### iii. Gestion des matières premières

L'évaluation de la gestion des matières premières peut se traiter selon différentes perspectives. Dans notre évaluation, nous calculons la quantité de matériaux économisés grâce au processus de réemploi. Ce calcul en tonnes permet d'évaluer simplement l'économie ressource réalisée. Un autre point de vue intéressant aurait été celui de la notion de gestion de ressources couplées à la rareté des matériaux utilisés. Elle n'a pas été sélectionnée dans notre méthode de calcul aux vues de la complexité de la notion de rareté<sup>65</sup>, autant dans sa définition que dans sa mise en pratique.

L'évaluation en tonnes de matériaux permet aussi d'analyser les résultats du point de vue de la REP bâtiment, les objectifs de ce décret étant fixés en tonnes.

### iv. Coût des étapes de cycle de vie du matériau

L'évaluation des coûts des étapes du cycle de vie consiste à évaluer les flux économiques qui sont engendrés par l'intégration du réemploi sur un projet. Ces coûts peuvent intervenir sur tout le cycle de vie du PEM. L'annexe 10 synthétise, sous forme d'un logigramme, le coût des étapes de cycle de vie d'un matériau réemployé. Nous pouvons distinguer plusieurs coûts qui sont encore aujourd'hui difficiles à déterminer, même par les acteurs du réemploi, comme le *coût de reconditionnement* et le *coût de stockage*.

Du fait des incertitudes liées à certaines étapes de cycle de vie d'un élément de réemploi, nous nous focalisons sur l'outil uniquement sur la différence de prix entre un même élément soit de réemploi soit

<sup>65</sup> Echanges avec Philippe Bihouix, directeur général de l'AREP

neuf. Nous nous penchons alors sur le prix seul du PEM, sans les frais supplémentaires et les frais externes (mission de diagnostic, caractérisation matière, etc.).

Les prix de références sont rassemblés dans la base de données de l'outil avec d'un côté le prix du produit neuf (sans transport, ni pose) et de l'autre le prix de l'élément de réemploi en bon état et sans reconditionnement. Une cote est appliquée au prix de réemploi s'il y a eu un reconditionnement ou si le PEM est en moyen ou mauvais état.

PEM neuf	PEM de réemploi	
		
<p>L'estimation du prix neuf est issue du site batiprix, qui propose une solution de chiffrage pour les professionnels du bâtiment. Le prix peut être parfois surestimé mais la source semble plus pertinente qu'une estimation issue d'un distributeur pour les particuliers, du type Leroy Merlin.</p>	<p>L'estimation du prix de réemploi est issue du market place « cycle up » ou du chiffrage proposé par BOMA dans leurs diagnostics.</p>	<p>Une cote ou décote du prix du PEM peut être affectée en fonction de son état (voir annexe 10).</p>

**Tableau 3 - Prix neuf / réemploi**

La différence de prix entre un élément neuf et un élément de réemploi est encore difficile à estimer, néanmoins, l'organigramme en annexe propose une piste de calcul pour une éventuelle évolution de l'outil.

#### v. Impact fin de vie

En ce qui concerne ce dernier critère, il est présent dans l'outil mais pas encore opérationnel. En effet, nous constatons un manque d'information concernant le taux de réemployabilité et de recyclabilité des matériaux en fin de vie.

Néanmoins, des pistes sont à explorer afin de pouvoir intégrer cet indicateur aux résultats de l'outil. D'après l'étude de Clavier S. et al., pour accompagner le développement de l'économie circulaire, il faut identifier les flux de matières issues des déconstructions des bâtiments, aussi nommée mine urbaine. L'étude suppose que le « modèle économique circulaire est pleinement développé et optimisé », que les acteurs sont convaincus par l'économie circulaire, que la déconstruction est sélective et que la hiérarchie de traitement des matériaux en fin de vie est respectée. Ces hypothèses peuvent paraître décalées à l'état des lieux actuel du réemploi, on peut néanmoins convenir que cette pratique en développement répondra à ces hypothèses en fin de vie des bâtiments construits actuellement. L'étude propose une méthode de quantification du traitement des mines urbaines avec une étude de cas sur la brique en terre cuite à l'appui.

A l'issue de cette étude de cas, nous trouvons un schéma de Material Flow Analysis, MFA (en français, Analyse de flux de matériaux) en figure 28.

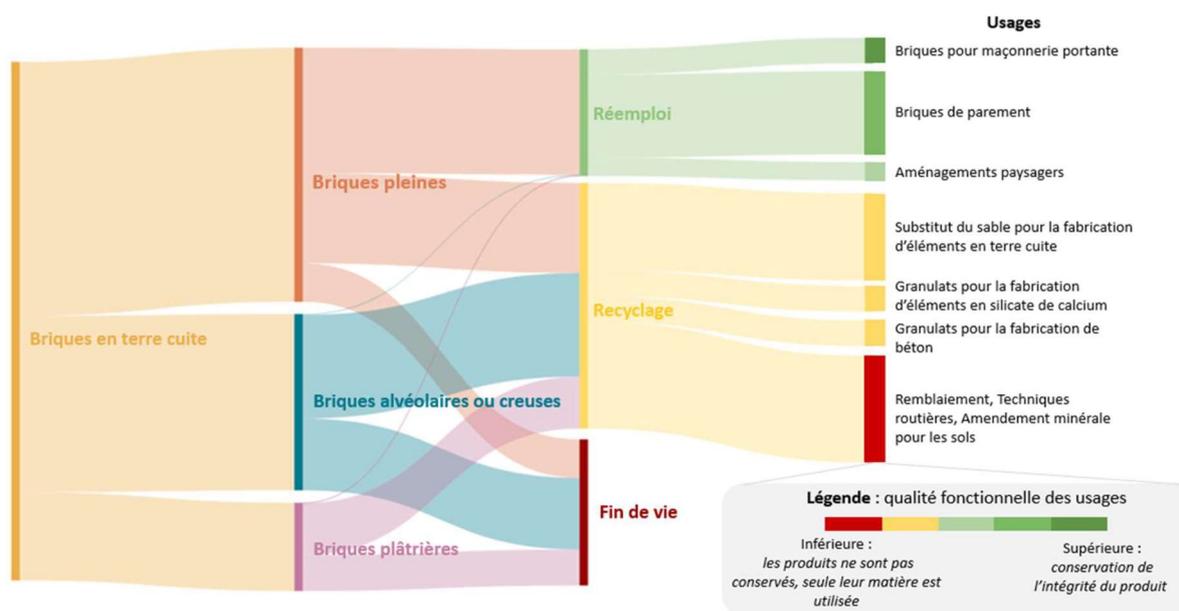


Figure 34 - Flux de valorisation des briques dans la région Ile-de-France en 2020

Par lecture graphique, pour le cas de la brique pleine, on obtient la répartition suivante :

Matériau \ Issues	Réemploi	Recyclage	Fin de vie
Brique en terre cuite pleine	25%	48%	28%

Cette étude propose ainsi une méthode applicable à un grand nombre de type de matériaux, ce travail est néanmoins considérable. C'est pourquoi une autre piste d'amélioration se trouve dans la base de données développée par le CSTB et nommé Ecoscale (voir annexe 5). Cette base de données fournit quatre notes (allant de A à E) et qui évaluent :

1. L'intégration de matière recyclée and renouvelable dans le PEM
2. La démontabilité du PEM
3. La réemployabilité du PEM
4. La recyclabilité du PEM

Cette banque de données pourrait alors permettre d'évaluer un ensemble de produits sur un projet.

### c. Résultats de l'étude de cas

Revenons à l'étude de cas présentée précédemment. Le rapport de l'étude de cas de l'UT de Schirmeck est disponible annexe 12. Le rapport sous format PDF permet ainsi de synthétiser les éléments les plus importants de l'étude de circularité du projet.

Une note est générée pour l'instant uniquement pour le volet social, le projet atteint les objectifs sociaux à 46 %. En complément de cette note, des conseils pour atteindre une meilleure notation sont générés en fonction des données renseigné dans la partie « impact social ».

Concernant l'indicateur carbone, on relève un écart important entre les résultats relatifs aux émissions économisées calculées d'après la méthode de la RE2020 et ceux calculés d'après la méthode exposée par Cycle Up<sup>66</sup> (fig. 35).

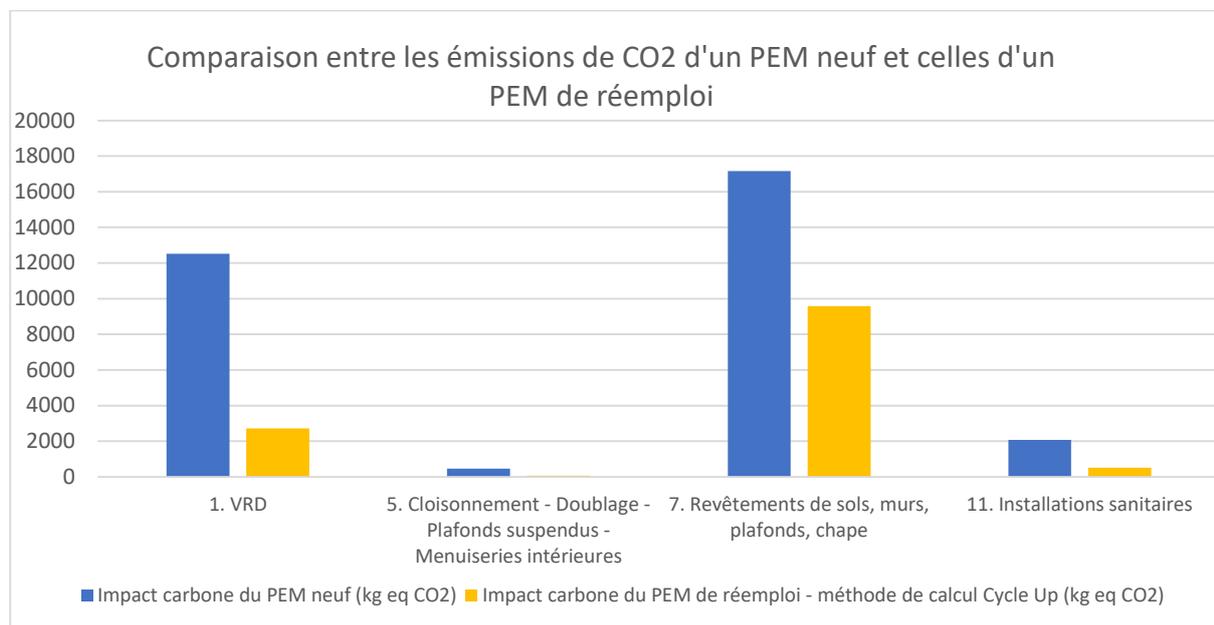
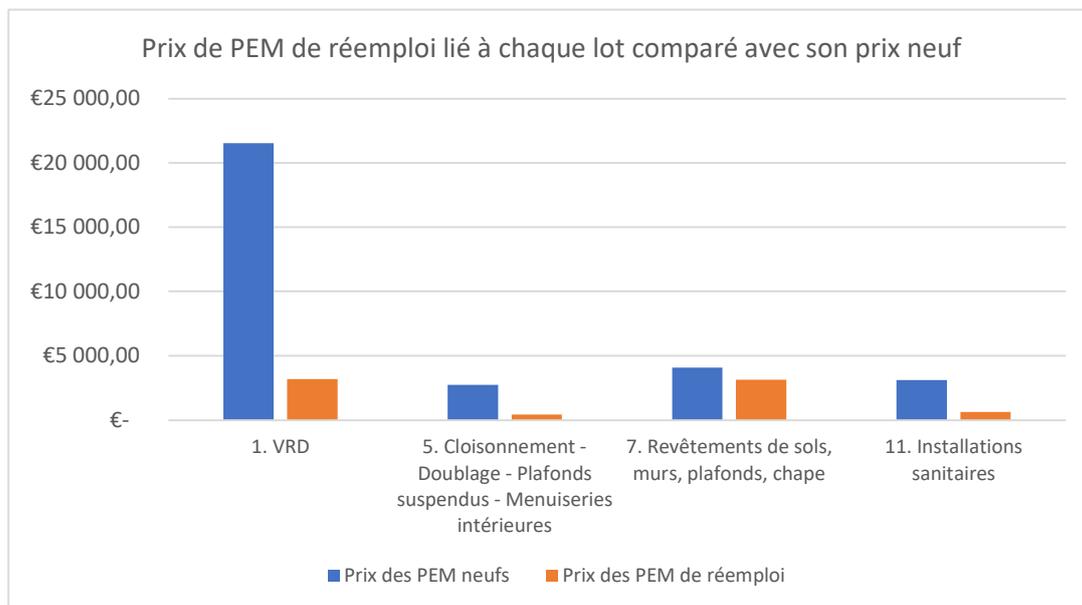


Figure 35 - Résultat du volet carbone de l'étude de cas "Bâtiment administratif de l'unité technique de Schirmeck"

Cette étude de l'impact « réel » du réemploi permet de se rendre compte de son impact en comparaison à l'impact nul qu'il occupe dans la RE2020. L'avantage carbone est tout de même remarquable, avec en moyenne sur les PEM de réemploi de ce projet 60 % d'économie carbone par rapport au PEM neuf. On remarque aussi que la méthode de calcul adoptée par Cycle Up ne propose pas un modèle idéal de l'impact carbone du réemploi. On peut alors prendre du recul sur la réglementation, sans pour autant négligée la décision incitative forte de la RE2020.

Les résultats concernant l'impact économique rendent compte d'un écart considérable entre le prix d'achat neuf et le prix d'achat du PEM de réemploi (fig. 36).

<sup>66</sup> Bureau d'étude en économie circulaire et diffuseur d'une marketplace autour du réemploi de matériaux issus de la construction



**Figure 36 - Résultat du volet économique de l'étude de cas "Bâtiment administratif de l'unité technique de Schirmeck"**

En pratique, des coûts additionnels sont à prendre en compte dans l'impact économique notamment les coûts intellectuels liés au travail du bureau d'étude en économie circulaire ou de la caractérisation matière par exemple. Un logigramme des coûts à prendre en compte a été produit pour aider à l'évaluation du prix des matériaux de réemploi.

Néanmoins, ce résultat montre le potentiel économique de l'intégration du réemploi sur des projets, la massification de la pratique permettra ainsi de réduire les coûts annexes du projet par matériau réemployé.

Enfin, sur cette opération environ 11 tonnes de PEM ont été préservé, notamment les éléments des voiries qui constituent le principal poste de réemploi en terme de masse.

#### d. Pour aller plus loin : limites de l'outil et améliorations possibles

Dans un premier temps, on peut se questionner sur la légitimité du périmètre de l'étude. Nous avons déjà pris parti d'étudier le projet en fonction du bâtiment et de son ancrage dans le développement de la filière locale de réemploi, mais nous aurions pu choisir un périmètre plus large, en témoigne la critique de Arnsperger & Bourg<sup>67</sup>. Cette étude pointe la définition de l'économie circulaire annoncé par la fondation Mc Arthur et prône une vision plus large de la question de l'économie circulaire en dépassant les limites du secteur de la construction. Néanmoins, cette vision est très complexe à appliquer du fait des multiples paramètres à prendre en compte.

<sup>67</sup> Vers une économie authentiquement circulaire : réflexions sur les fondements d'un indicateur de circularité. OFCE, pp. 95-125.

En ce qui concerne l'outil en lui-même, nous proposons deux pistes d'amélioration, l'une par la base de données et l'autre par indicateurs d'analyse.

### **Base de données**

Afin de permettre aux utilisateurs de s'appropriier au mieux l'outil et de l'adapter à leur utilisation, il faudrait rendre la base de données plus flexible. C'est-à-dire qu'il soit possible, sans créer d'erreur sur la feuille de calcul, d'ajouter des éléments à la base de données. Pour l'instant, il est seulement possible de modifier les données déjà renseignées.

Cette modification permettrait de transformer l'outil de retour d'expérience en un outil **d'aide à la décision**.

### **Par indicateur**

Impact Social	Elargir le critère social et prendre en compte la perception du maître d'ouvrage.
Impact Carbone	<ul style="list-style-type: none"><li>- Affiner la méthode de calcul carbone</li><li>- Résoudre le conflit entre matériaux biosourcés et matériaux de réemploi</li></ul>
Impact économique	<ul style="list-style-type: none"><li>- Intégrer le logigramme du coût global d'un matériau de réemploi</li></ul>
Impact Ressources	<ul style="list-style-type: none"><li>- Faire intervenir la rareté du matériau et l'impact sur les ressources naturelles</li></ul>
Fin de vie	Critère à développer et suivre les travaux de recherche sur le sujet qui vont être publiés.

Dans tous les cas, l'outil a besoin d'être testé avec plusieurs projets de différentes natures afin de tester son fonctionnement et la pertinence des indicateurs choisis.

Enfin, comme présenté plus tôt, le format de l'outil pourrait être modifié pour un format plus adapté au traitement d'un grand nombre de données. Nous pourrions basculer l'outil vers un outil de traitement en langage SQL.

# CONCLUSION

La pratique du réemploi, commune il y a encore près d'un siècle s'est effacée aux profits des matériaux neufs, plus « sûres » et plus compétitifs. Les processus d'extraction et de transport étant favorisés à la déconstruction sélective et au reconditionnement des matériaux dû au faible coût de l'énergie. Néanmoins, les crises successives environnementales, géopolitiques et sanitaires fragilisent l'accès à l'énergie et nous invite à réduire notre consommation. Cette recherche a ainsi permis de mettre en lumière l'importance de promouvoir le réemploi des matériaux de construction dans le domaine de la construction durable, en favorisant la réduction des déchets et l'économie des ressources naturelles.

L'état de l'art de l'état de la filière du réemploi sur le territoire eurométropolitain nous a amené à identifier les besoins des acteurs locaux afin de structurer la pratique. Cette période de collecte d'informations auprès des acteurs du réemploi a permis de d'identifier les leviers qu'il était possible d'actionner dans le cadre de ce stage recherche. Afin de répondre à certaines attentes du secteur, il a fallu comprendre les rouages de la filière en place. C'est par une connaissance des besoins du secteur que notre recherche s'est ensuite focalisé sur la méthode de synthétisation des retours d'expérience et de l'importance de partager et de faire le bilan d'une opération incluant un objectif de réemploi. C'est dans cette démarche que vous avons posé cette question : Comment mettre en place un système d'évaluation multicritères de la circularité sur des opérations achevées ou en cours de développement ? nous a conduit à explorer diverses approches et méthodologies pour évaluer la circularité des bâtiments, en mettant l'accent sur les critères essentiels tels que l'origine des matériaux, leur durabilité, leur réutilisation potentielle, et leur impact environnemental.

## Un tissu d'acteurs dynamiques et impliqués

Cette première étape de recherche a mis en lumière un tissu d'acteurs dynamiques et impliqués dans le développement de la filière de réemploi sur le territoire. De plus, un nombre grandissant d'événements autour de cette thématique ont eu lieu, sandwich du bâtiment, journée de la recherche du CSTB, etc, preuves de l'intérêt pour le sujet, du besoin d'être informé ainsi que de la pertinence de partager ses expériences.

L'engagement des acteurs permet l'émergence des projets pilotes à l'Eurométropole comme dans d'autres villes européennes. Ces projets sont très précieux car ils permettent une montée en compétence de tous les acteurs du bâtiment et d'avoir des retours d'expérience. La filière du réemploi implique donc une réorganisation des pratiques constructives et l'innovation dans le domaine. Cela s'accompagne de la création de nouveaux métiers, du développement de nouveaux savoir-faire et de la création de structures adaptées à chaîne de remise en service des éléments de réemploi. La particularité de la filière est aussi la valorisation des acteurs locaux de la construction. Les architectes par exemple jouent un rôle central dans le développement de la pratique par leur créativité et l'intelligence qui peut être insufflée à un projet de réemploi. L'exemple de la façade du siège du Conseil

de l'Union européenne à Bruxelles réalisée par l'architecte et ingénieur Philippe Samyn, témoigne de la réponse créative que peuvent apporter les architectes. Les démolisseurs se voient aussi de réinventer leur pratique pour répondre à des marchés de déconstruction sélective.

Nous voyons aussi apparaître des plateformes de reconditionnement de matériaux de réemploi, des bureaux d'étude en économie circulaire du bâtiment par exemple. Le secteur est ainsi riche en innovations et en développement et participe par la même occasion à favoriser l'économie sociale et solidaire.

Néanmoins, nous avons vu, du fait des exemples d'autres territoires français que le développement du réemploi ne peut se faire à la seule force des acteurs privés du réemploi.

Un travail collaboratif entre plusieurs acteurs

Au fil de cette étude, nous avons identifié plusieurs défis à relever pour parvenir à une mise en œuvre efficace de ce système d'évaluation multicritères. Cela comprend la nécessité d'une collaboration étroite entre les acteurs du secteur de la construction, les pouvoirs publics, les chercheurs et les assureurs, les bureaux de contrôle. Il est également primordial de sensibiliser les acteurs de la construction aux avantages du réemploi et de la circularité des bâtiments.

En outre, l'Eurométropole de Strasbourg, en tant que collectivité, doit jouer un rôle central dans la promotion et la mise en œuvre durable de la pratique du réemploi. Il convient de développer des incitations financières et réglementaires pour encourager le réemploi des matériaux de construction et la conception de bâtiments circulaires. En parallèle, un travail avec les autres territoires français et européens est à mener afin d'amorcer une montée en compétence mutuelle.

L'évaluation de la circularité d'un projet

Afin d'apporter un soutien à l'émergence d'une filière réemploi sur le secteur de l'Eurométropole, un outil d'analyse de la circularité des projets a été développé. La création de cet outil répond au besoin d'étudier la globalité d'un projet et non seulement l'impact carbone des matériaux ou l'efficacité énergétique du bâtiment. En suivant ce raisonnement, surgissent de multiples interrogations concernant le périmètre de l'évaluation, les critères à prendre en compte ou encore les méthodes de calcul à adopter. Sachant que le développement d'un outil opérationnel ne se fait pas en 6 mois, l'outil proposé est une ébauche d'analyse globale de la circularité d'un projet, il permet de proposer une définition de l'économie circulaire qui reste encore floue.

Cet outil permet aussi de fournir une proposition à l'Eurométropole de Strasbourg dans sa position de maître d'ouvrage et de proposer des outils pour effectuer leurs retours d'expérience, d'analyser l'évolution de la circularité de leur projet et pourquoi pas d'introduire des objectifs dans la commande publique.

Pour aller plus loin ...

Nous avons vu que l'étude complète de la circularité d'un projet est un travail complexe qui soulève de nombreux questionnements. On peut néanmoins s'accorder sur les scores assez faibles que représentent les taux de réemploi de matériaux de construction en fin de vie du bâtiment. La difficulté à réemployer plus de matériaux peut aussi provenir de la conception même du bâtiment qui ne pense pas la fin de vie du bâtiment. Une conception trop figée ne permet donc pas le changement d'usage du bâtiment ni le réemploi des matériaux qui le caractérise. Ce travail sur le réemploi futur est à entreprendre dès maintenant. L'EMS en tant que maître d'ouvrage à intégrer récemment dans un appel d'offre, des clauses de démontabilité du bâtiment en fin de vie, initiative innovante de la part de la collectivité.

Penser la flexibilité d'usage du bâtiment c'est alors aussi privilégier la rénovation et la réhabilitation à la construction neuve, qui est, rappelons-le, la forme la plus efficace de réemploi. D'autre part, penser le bâtiment intégrant du réemploi demande une flexibilité d'action lors du processus de conception et de réalisation du projet.

Jean-Marc Huygen dans *La poubelle et l'architecte* « L'obtention administrative d'un permis de construire, sur la base de plans précis, est donc remise en question. »

Ainsi, la création d'un bâtiment circulaire va bien au-delà de la prouesse technologique de créer un bâtiment démontable ou de l'efficacité d'une plateforme de reconditionnement, elle demande un travail commun entre tous les acteurs de la construction et encore au-delà. Il faut alors penser le secteur de la construction dans son environnement et non comme un secteur isolé.

# Table de sigles et abréviations

ACV	Analyse de Cycle de Vie
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AMO	Aide à la maîtrise d'ouvrage
BTP	Bâtiment et des Travaux Publics
CMQ 3E	Campus des Métiers et des Qualifications Eco-construction et Efficacité Energétique
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DDEA	Direction du Développement Economique et de l'Attractivité
Diagnostic PEMD	Diagnostic Produits, Equipements, Matériaux et Déchets
EC	Economie Circulaire
EMS	Eurométropole de Strasbourg
ENSA	Ecole Nationale Supérieure d'Architecture
ESS	Economie Sociale et Solidaire
FDES	Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire
Loi AGECE	Loi Anti-Gaspillage pour une Economie Circulaire
MOA	Maître d'ouvrage
MOE	Maître d'œuvre
NPNRU	Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain
PMBC	Produits et Matériaux du Bâtiment issus du secteur de la Construction
REP	Responsabilité Elargie du Producteur
SCEDEC	Salon des Collectivités et des Entreprises du Déchets et de l'Economie
SPREC	Syndicat Professionnel de Réemploi dans la Construction
UF	Unité Fonctionnelle
ZAN	Zéro Artificialisation Nette

# REFERENCES

## Articles scientifiques

- Clavier, S., Bendahmane, N., Gondran, N., & Chevalier, J. (2023). *Méthode de quantification des flux des mines urbaines : cas des briques en terre cuite en Ile de France.*
- Coppens M, J. E.-E. (avril 2016). *Identification des freins et des leviers au réemploi de produits et matériaux de construction.*
- FutureBuilt. (2021). *Reuse and transformation Findings report – KA13 – Kristian Augusts gate 13. Norway.*
- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., & Cluzel, F. (2017). *How to Assess Product Performance in the Circular Economy ? Proposed Requirements for the Design of a Circularity Measurement Framework.*
- Nuñez-Cacho, P., Górecki, J., Molina-Moreno, V., & Corpas-Iglesias, F. (2018). *What Gets Measured, Gets Done: Development of a Circular Economy Measurement Scale for Building Industry.* Récupéré sur <https://www.mdpi.com/312960>
- Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017). *Circular economy for the built environment: A research framework.* Récupéré sur <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>
- Arnsperger, C., & Bourg, D. (2016). Vers une économie authentiquement circulaire : réflexions sur les fondements d'un indicateur de circularité. *OFCE*, pp. 95-125.
- Anne Sigrid Nordby (Gjenbrukbar), S. S. (2023, Avril 20). *FutureBuilt Circular - criteria for circular buildings.* Consulté le juin 5, 2023, sur FutureBuilt: <https://www.futurebuilt.no/English>
- Hossain, M., & Ng, S. (2018). *Critical consideration of buildings' environmental impact assessment towards adoption of circular economy: An analytical review.*

## Rapports

- Cycle Up. (2023). *Résultats de l'enquête « Réemploi & Construction ».* Récupéré sur <https://contenu.cycle-up.fr/resultats-enquete-tendance-reemploi-2023>
- Eich, L. (2023). Synthèse des interviews des acteurs de la construction.
- Région, I. P. (s.d.). *Bâtir l'aménagement circulaire, Les carnets pratiques de l'institut Paris Région.* Consulté le mai 23, 2023, sur <https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/batir-lamenagement-circulaire/>

ELAN, f. d. (2022, avril). Diagnostic du gisement de matériaux de construction à l'EMS commandé par l'EMS.

EMS. (février 2023, Février). Carnet de l'économie circulaire du BTP. *Evenement autour des projets des plateformes de l'économie circulaire du BTP*. Starsbourg.

LIFE Waste2Build, L. S. (juillet 2022). *Charte d'engagement Economie Circulaire dans le BTP "LIFE Waste2Build"*. Toulouse Métropole.

CSTB. (juillet 2022). *Engager le réemploi, listes des 29 familles propices*.

Paris, P. C.-G. (2019). *Charte partenariale entre Plaine Commune Habitat et Plaine Commune*. Île-de-France.

Plaine Commune Habitat, & Plaine Commune. (2019). *Charte partenariale entre Plaine Commune Habitat et Plaine Commune*.

#### *Livres*

Michaël Ghyoot, L. D. (2017). *Déconstruction et réemploi : Comment faire circuler les éléments de construction*. Presses polytechniques et universitaires romandes.

CAUE, C. (2013). *Catalogue de l'exposition "Au fil du bois" - L'énergie grise en question*.

Huygen, J.-M. (2008). *La poubelle et l'architecture - vers le réemploi des matériaux*. Actes Sud.

Julien Choppin, N. D. (2014). *Matière grise : matériaux, réemploi, architecture Architectes*. Pavillon de l'Arsenal.

#### *Evènements*

Angyal, F. (2023, Juin 8). Présentation des pistes d'action de l'EMS pour le développement du réemploi à la "Journée de la recherche" organisée par le CMQ 3E à l'INSA Strasbourg.

Compt rendu de la conférence du SCEDEC au parc des expositions. (21 juin 2023). Strasbourg.

#### *Lois et réglementations*

Arrêté du 4 août 2021. (s.d.).

Art. L. 541-1-1 du code de l'environnement. (s.d.).

Avocats, S. (2023). *Infographie REP Bâtiment*.

Arrêté du 26 mars 2023 relatif au diagnostic portant sur la gestion des produits, équipements, matériaux et déchets. (s.d.).

#### *Mémoires de fin d'étude*

Chiron, F. (2017). *Le réemploi dans la construction, Une perspective pour une architecture soucieuse des enjeux environnementaux*. Mémoire de fin d'étude, ENSA, Nantes.

Christen, L. (2023). *Généraliser le réemploi de matériaux de construction, le cas de l'Eurométropole de Strasbourg*. Mémoire de fin d'étude, ENSA, Strasbourg.

Guilbaud, M. (2022). *Architecture et matériaux de réemploi*. Mémoire HMONP, ENSA, Strasbourg.

Schweitzer, J. (2019). *Déconstruction et réemploi : vers l'activation d'une filière dans l'Eurométropole de Strasbourg*. Mémoire de fin d'étude, ENSA, Strasbourg.

#### *Thèses*

Guillebon, M. d. (2019). *Vers une pratique du réemploi en architecture : expérimentations, outils, approches*. Thèse, Laboratoire Cultures Constructives - AE&CC / ENSAG, Grenoble.

Lachat, A. (2022). *Le réemploi appliqué au domaine de la construction : principe, impact environnemental et mesure dans le cadre d'une économie circulaire*. Mémoire de thèse, Laboratoire Navier, Marne-la-vallée.

#### *Podcasts*

Clémentine Bourrel, S. S. (2022, août). [Enquête #9] A la rencontre de ROTOR, entretien avec Michaël Ghyoot - Podcasts du Low-Tech Lab.

CSTB. (2023). Podcast Les murs ont des oreilles.

#### *Site internet*

*Ecoscale : l'évaluation environnementale de la circularité du CSTB*. (2023). Consulté le Juillet 19, 2023, sur CSTB: <https://evaluation.cstb.fr/fr/ecoscale/>

*Déchets du bâtiment*. (2020, Septembre 20). Récupéré sur Ministère de la transition écologique et de la Cohésion des territoires: <https://www.ecologie.gouv.fr/dechets-du-batiment>

*GREEN TRUST by SOCOTEC – Des solutions pour accompagner vos transitions énergétique, environnementale et la durabilité du bâti.* (s.d.). Consulté le Mai 25, 2023, sur SOCOTEC: <https://www.socotec.fr/nos-solutions/green-trust>

*CircularB, COST Action.* (s.d.). Récupéré sur COST: <https://www.cost.eu/actions/CA21103/>

*Projet Kristian August Gate 13.* (s.d.). Récupéré sur MAD Arkitekter: <https://www.mad.no/prosjekter/kristian-august-gate-13>

*Présentation de l'Eurométropole.* (2023, Mai 25). Récupéré sur Strasbourg.eu

*Présentation du Plan climat sur le site.* (2023, Juin 14). Récupéré sur Strasbourg.eu

*Présentation du SRADDET.* (2023, Juin 5). Récupéré sur <https://www.grandest.fr/politiques-publiques/sraddet/>

*Le béton, un matériaux recyclable et recyclé.* (s.d.). Consulté le Juin 5, 2023, sur Infociments: <https://www.infociments.fr/favoriser-leconomie-circulaire/le-beton-un-materiau-recyclable-et-recycle>

ADEME. (2021). *La loi Anti-Gaspillage dans la vie des français : concrètement ça donne quoi ?* Récupéré sur <https://www.ecologie.gouv.fr/mise-en-oeuvre-des-lois-anti-gaspillage-economie-circulaire-et-climat-et-resilience-plusieurs-textes>

### *Documentaire*

Kuhland, C., & Breier, R. (Réalisateurs). (2023). *Une architecture durable - Lacaton & Vassal, ne jamais démolir* [Film]. Allemagne: Arte.

### *Présentation*

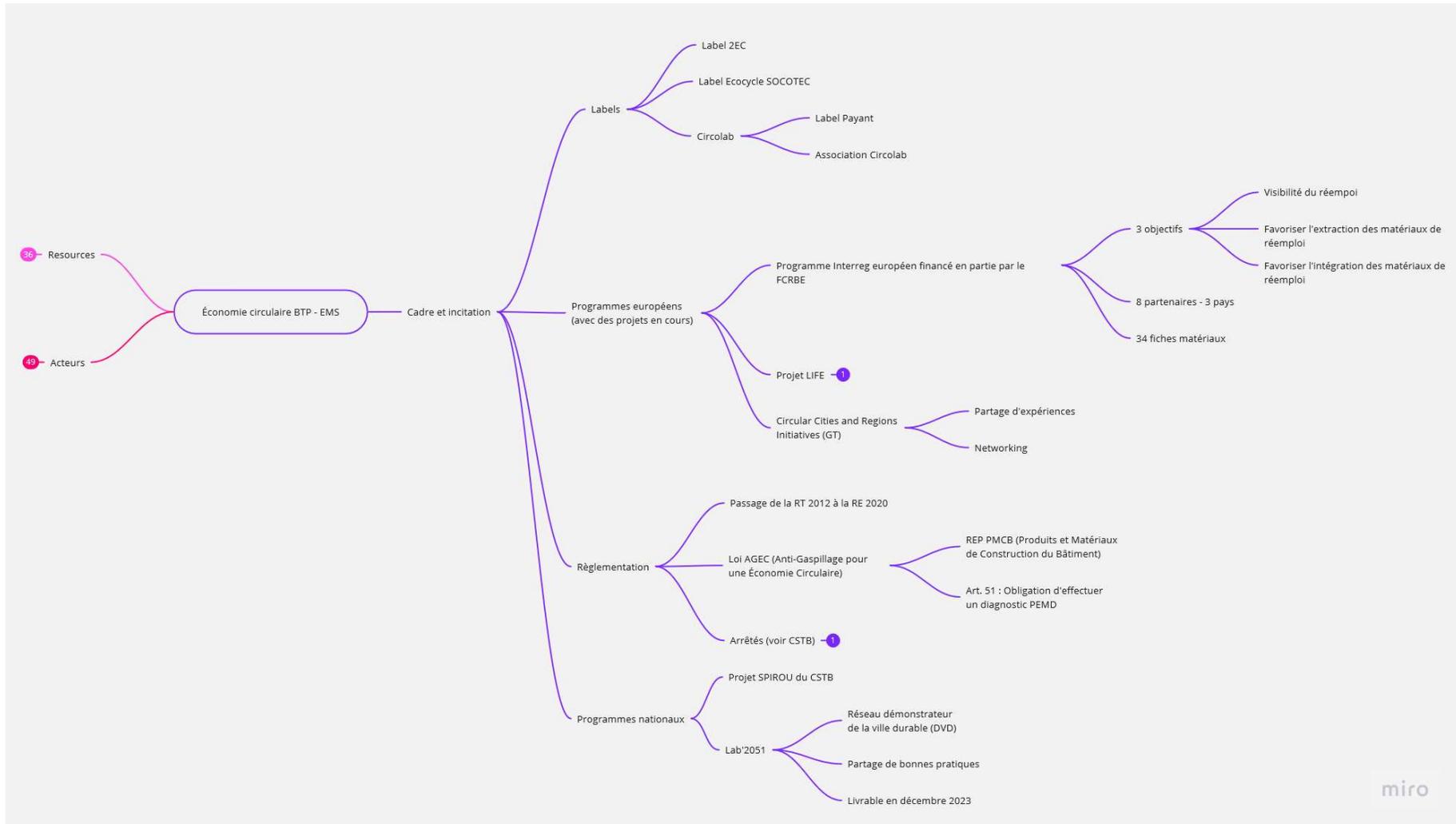
Lionel Billet, R. (2021). Présentation pour la formation Bâtiment Durable – Réemploi.

# **ANNEXES**

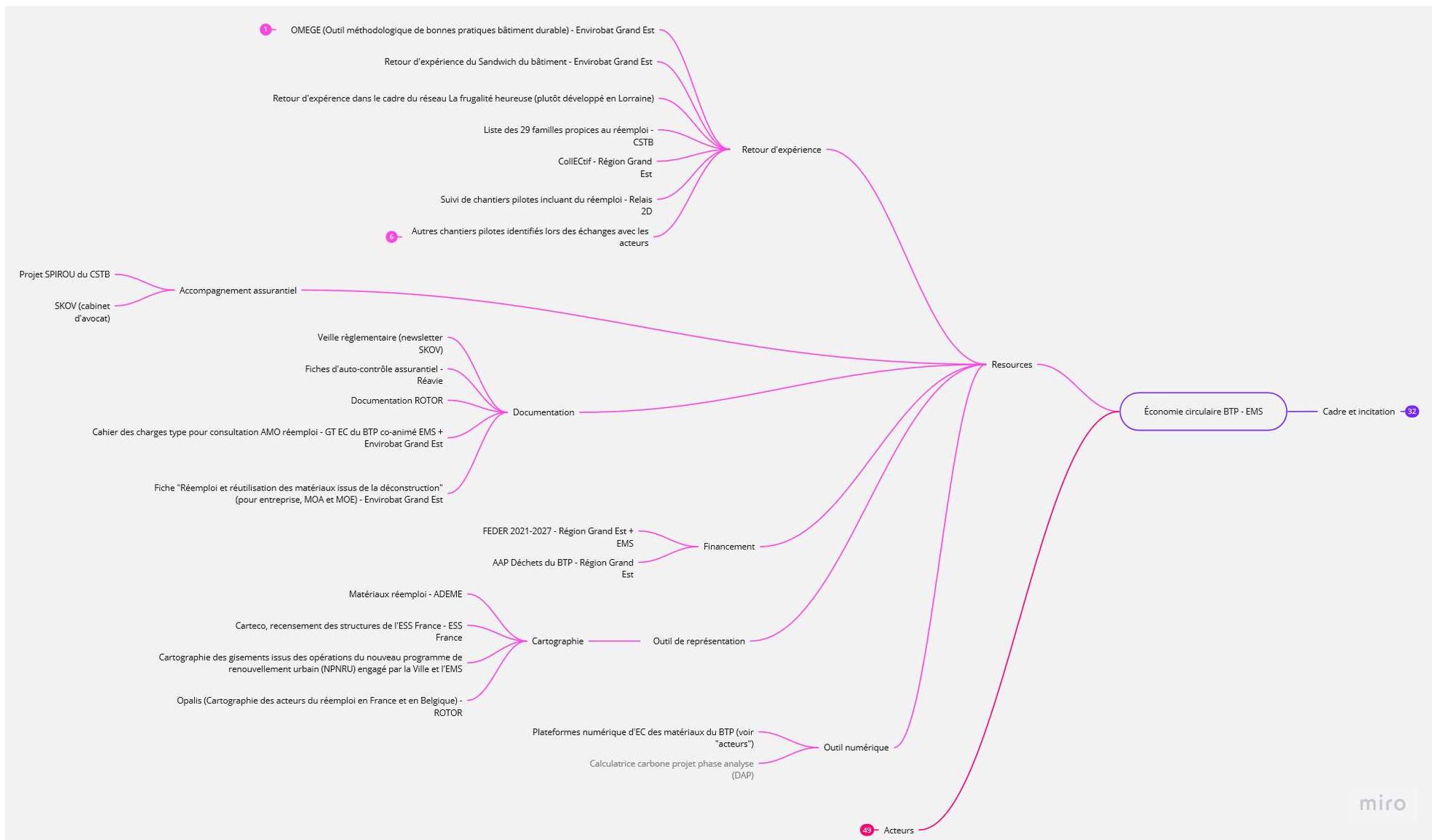


## Annexe 1 : Carte mentale de l'état de l'art du réemploi à l'EMS – Cadre et incitation

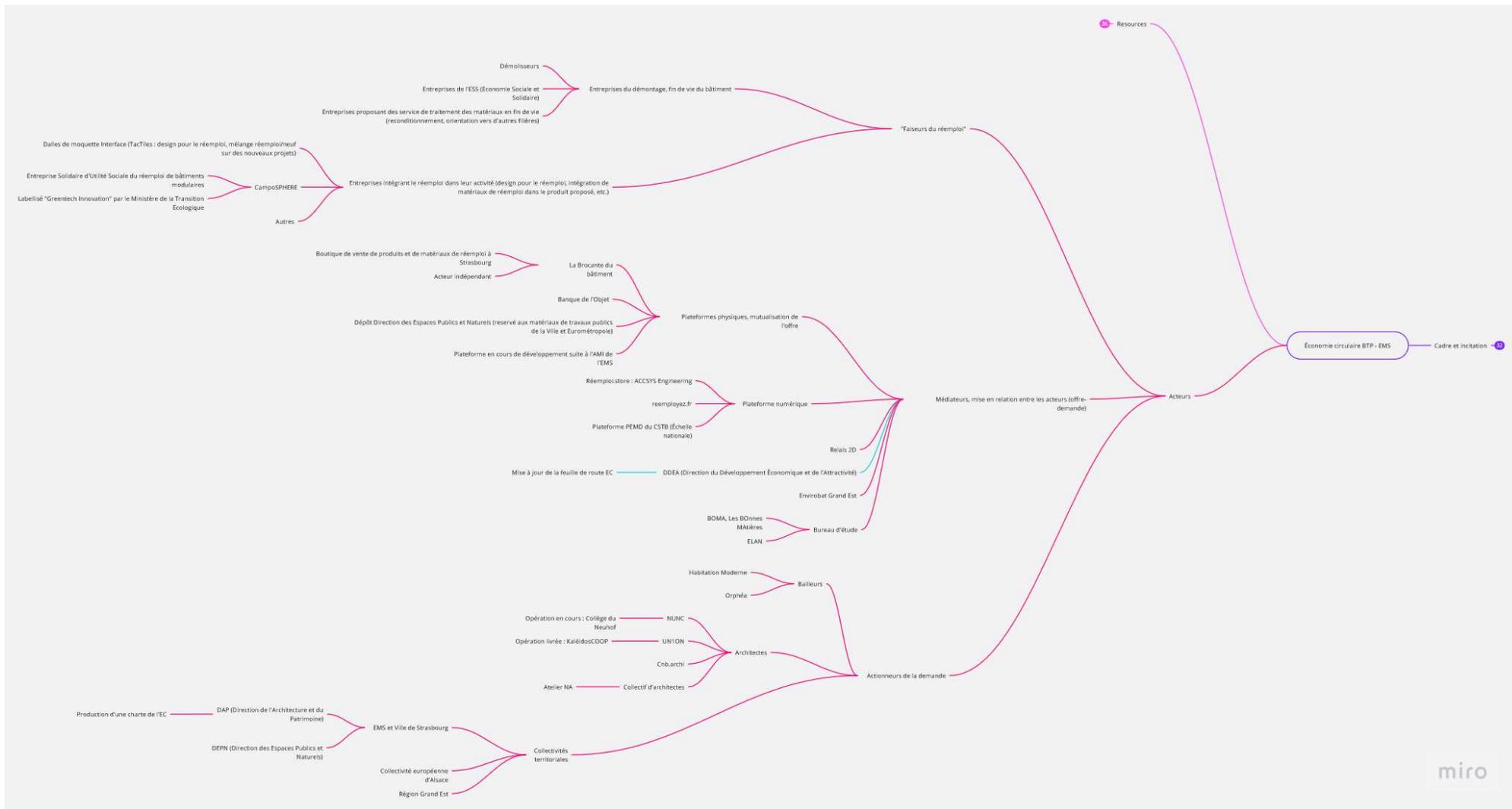
La carte mentale est aussi disponible en suivant ce lien : [https://miro.com/app/board/uXjVMnndtNs=?share\\_link\\_id=37070597633](https://miro.com/app/board/uXjVMnndtNs=?share_link_id=37070597633)



## Annexe 2 : Carte mentale de l'état de l'art du réemploi à l'EMS – Ressources



### Annexe 3 : Carte mentale de l'état de l'art du réemploi à l'EMS – Acteurs



**Annexe 4** : Besoins en produits de réemploi d'après la maîtrise d'ouvrage – crédit : Jean-Philippe Michel, chargé de mission EC au Relais 2D

Famille (nomenclature CSTB)	Détail			Fréquence
<b>Charpentes en bois,</b> ossatures en bois, escaliers en bois	bois en parement sur façades			1
	balcon en bois			1
<b>Briques</b>	briques			1
<b>Menuiseries extérieures</b> (général : portes et fenêtres, compris portes automatiques)	Portes fenestres vitrées Fenêtres PVC			1
<b>Ardoises</b> (naturelles ou fibre ciment non amiantées)	couverture en zinc			1
<b>Serrurerie – métallerie – ferronnerie :</b> garde-corps / clôture / poteaux / grilles / portails / caillebotis – prioritairement éléments assemblés mécaniquement	Cloture ou éléments en serrurerie	chêneaux Dauphins en fonte	Dauphins	1
<b>Appareils sanitaires</b> (tous matériaux) : cuvettes de WC, urinoirs, lavabos, lave-mains, vasques, vidoirs, éviers. <i>Complément : les équipements de cuisine</i>	miroirs sdb			1
	sanitaires			1
<b>Radiateurs à eau</b> (acier / fonte)	radiateurs			1
<b>Appareils d'éclairage</b> (luminaires) et éclairages de sécurité / BAES (évacuation et ambiance)	luminaires dalles LED 600x600 mm			1
<b>Chemins de câble</b>	chemins de câble			4
<b>Portes intérieures</b> (tous matériaux, en priorisant celles sans fonction de résistance au feu) y compris huisseries Quincaillerie et poignées	portes en bois intérieures portes d'entrée (acier)	portes en bois intérieures		3
<b>Plafonds suspendus</b> mis en œuvre selon les dispositions précisées dans la NF DTU 58.1	dalles de faux-plafond			1
<b>Revêtement de sols souples – Moquette</b> Revêtement de sols souples – Autres matériaux (résilients, linoléum, etc.) – <i>hors pose collée</i>	sols PVC	sols PVC		4
<b>Carreaux, dalles</b> (en matériaux céramiques, assimilés et pierres naturelles) – <i>hors pose collée</i>	carrelage + plinthes			5
<b>Mains courantes</b> (tous matériaux) – assemblées mécaniquement	garde-corps, main courante			1
<b>Pavés, bordures, dallages, gravillons</b> <i>Complément : les terres</i>	gravillons de toiture plate			3
	pavés drainants parking			1
	dalles terrasse			1

## Annexe 5 : Synthèse de la journée du CSTB – 29 juin 2023



Photo de la table ronde « Concevoir circulaire, de la matière à l'ouvrage. »

En 2018, le CSTB lance un nouveau cycle de recherche qui restructure le programme R&D à horizon 2025, en anticipant les ruptures à venir, vise à accompagner la filière du bâtiment dans les grandes mutations qui s'imposent à elle. Ce programme est mis à jour en 2020 à l'occasion d'une réforme de pilotage de la recherche qui produit une feuille de route guidée par quatre domaines d'action stratégiques<sup>68</sup> :

- ✓ Bâtiments et quartiers pour bien vivre ensemble
- ✓ Bâtiment et villes face au changement climatique
- ✓ Innovations et fiabilisation de la construction et de la rénovation
- ✓ Economie circulaire et ressources pour le bâtiment

La première journée de la recherche du CSTB après la réforme de pilotage de la recherche est consacrée au thème « Economie circulaire et ressources du bâtiment » et eu lieu le 29 juin à Paris et qui a accueilli sur place et en ligne plus de 500 participants.

Les principaux enjeux définis par le CSTB pour répondre à ce thème, sont la gestion des ressources et de l'eau, la diminution de la pression sur l'environnement et la création de connaissance autour de ce sujet. Ce dernier point passe par la création de métriques et du développement d'un vocabulaire commun à tous les acteurs de la filière. La transition vers une meilleure gestion des ressources se fera au moyen d'un changement de logique de construction et d'un changement de logique de construction.

Le CSTB développe un certain nombre d'outils afin de répondre aux futurs besoins des acteurs de la construction en ce qui concerne le développement de l'économie circulaire dans les pratiques constructives. Ces recherches montrent un profond intérêt pour le sujet et une volonté de faire évoluer les pratiques.

---

<sup>68</sup> Article du CSTB : « La recherche et expertise : Créer des connaissances et les mobiliser », consulté le 30/06/23

## Anticiper les flux de matériaux

Si on commence à analyser l'intégration de l'économie circulaire dans la construction à une échelle macroscopique, celle d'une ville ou d'un quartier par exemple, on a besoin de connaître le gisement disponible dans cette zone. C'est-à-dire la quantité de matériaux présents sur une zone, à un moment donné et qui va faire office d'un traitement de fin de vie (réemploi, réutilisation, recyclage, etc.), on parle aussi de *gisement* ou de *mine urbaine*.

C'est pour répondre à ce besoin qu'Edouard Sorin et son équipe ont créé l'outil **BTPFlux** qui a pour objectif de développer un modèle de caractérisation des stocks et des flux de matière à l'échelle d'un parc de bâtiments, avec la possibilité à terme de se déployer à différentes échelles territoriales. Ce projet est en partenariat avec l'ADEME Île-de-France et la Région Île-de-France.

L'équipe a constitué un ensemble de 300 matériaux standardisés et caractérisés et qui permettront de créer des macro-composants (voir figure 1).

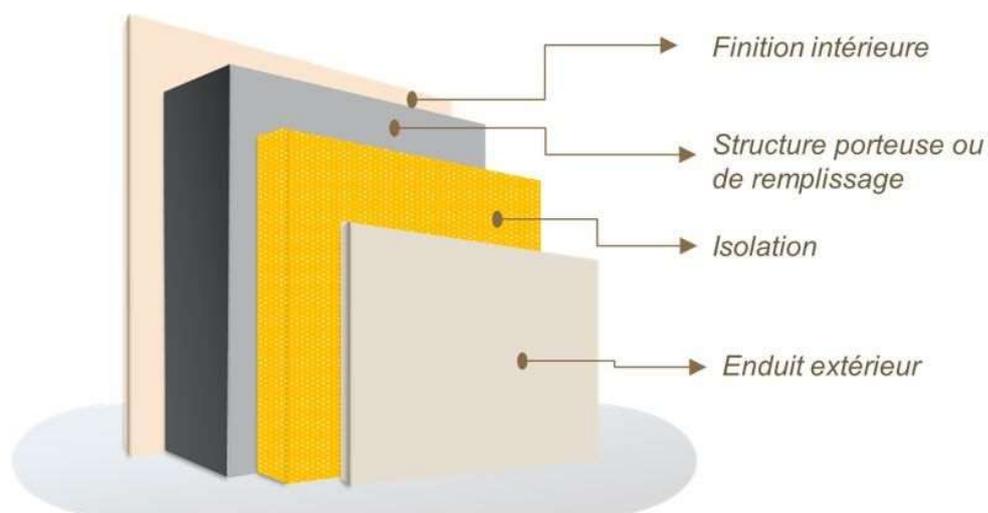


Figure 1 : Exemple de macro-composant – Construction21

Cette méthode, cumulée à la Base de Données Nationale du Bâtiment (BDNB) permet à l'outil de rendre compte de la mine urbaine du territoire ciblé. Pour l'instant l'outil permet d'identifier les gisements issus de déconstruction et de rénovation-thermique mais pas encore des réhabilitations.

Pour la région Île-de-France, BTPFlux est un outil précieux pour identifier les gisements du secteur et ainsi cibler les flux de matériaux qui vont émerger dans les prochaines années et d'avoir une étude de prospective des enjeux futurs. L'étude a pour objectif de décliner aux autres territoires franciliens.

## **Intégrer la circularité dans la conception et la rénovation**

L'intégration de l'économie circulaire dans la conception d'un bâtiment neuf ou rénové est un élément clé pour augmenter la durée de vie d'un produit. Elodie Macé du CSTB et Gween Le Seach de l'alliance HQE nous présente son outil EC 2 d'aide à l'évaluation pour la conception circulaire des bâtiments.

Cette étude part du constat que les études E+C- puis RE2020 se focalisent sur les émissions carbone et occultent d'autres critères tout aussi importants. L'équipe de recherche intègre dans son analyse les indicateurs suivants :

- Indicateurs matière en mettant en évidence la rareté des ressources
- Circularité du projet
- Flux de transport et localité du sourcing des matériaux

De l'outil EC 1 découle la mise en évidence de la complémentarité entre l'ACV et l'analyse de flux de matériaux (aussi connu sous MFA, Material Flow Analysis).

L'outil EC 2 offre une solution simple et rapide d'utilisation pour analyser plus globalement un projet. Néanmoins cet outil est récent et il y a un manque de recul pour interpréter les résultats car jusqu'alors l'outil a été testé sur un faible nombre de projet.

Les travaux sur la circularité sont aussi développés par la doctorante Nada Bendahmane qui rendra sa thèse publique prochainement.

A partir de septembre, l'outil sera ouvert au public et gratuit, ce qui permettra à l'équipe de recherche de mieux appréhender les résultats de l'outil.

## **Prendre en compte les ressources dans l'analyse de l'économie circulaire**

Anne Ventura de l'université Gustave Eiffel a présenté son travail en développant aussi la pertinence du couplage entre l'ACV et le MFA. La gestion des stocks de matériaux et de leur flux est alors tout aussi important que l'analyse des émissions carbone d'une opération. Il faut ainsi prendre en compte les relations physiques entre les co-produits. La solution est ainsi de coupler ACV et MFA, ce qui permet la mise en lumière de plusieurs scénarios de conception possible.

## **Développement d'un indice de circularité des produits de l'industrie**

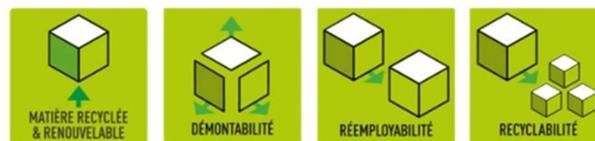
A l'échelle du produit cette fois ci, le CSTB développe un indice de circularité des produits de construction, étude présentée par Léo Ben Armor. Cette démarche est complémentaire à la FDES et permet aux acteurs prescripteurs de s'appuyer sur des indicateurs de circularité simplifiés.

L'étude débute en 2021 et est mis en application en 2022-2023, durant ce processus, 4 indicateurs ont été défini comme suit :

- **Indicateur de démontabilité** : capacité qu'à un produit à être démonté sans endommagement afin de faciliter son réemploi ou son recyclage
- **Indicateur de contenu en matières recyclées et renouvelables** : % en contenu en matières recyclées et renouvelables
- **Indicateur de recyclabilité** : capacité à intégrer une filière de recyclage en fin de vie en vue d'être recyclé
- **Indicateur de réemployabilité** : Capacité d'un produit à être utilisé de nouveau à l'issue de son cycle de vie dans un usage identique à celui pour lequel il avait été conçu
- Réflexion sur l'ajout d'un cinquième indice : « indice de durabilité »

# ecoscale

L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE  
DE LA CIRCULARITÉ DU CSTB



Cette évaluation permettra aux prescripteurs une meilleure compréhension de la circularité du matériau, en complément à l'impact environnemental du matériau.

La base de données est accessible sur le lien suivant : <https://ecoscale.cstb.fr/evaluations>

## Outils d'accompagnement assurantiel

Dans le souci d'accompagner les maîtrises d'ouvrage dans la reconnaissance assurantielle de la pratique du réemploi, le CSTB, en partenariat avec A4MT (le Booster du Réemploi), Qualiconsult et Mobius Réemploi, lance le projet SPIROU :



Sécuriser les Pratiques Innovantes de Réemploi via une Offre

Unifiée. Ces 4 partenaires se sont accordés sur les 10 typologies de PEM (Produits, Equipements, Matériaux) sur lesquelles seront développés les guides méthodologiques et les modes opératoires partagés et reconnus. Ci-après les matériaux retenus :

- Bloc-portes en bois et bloc-portes coupe-feu en bois
- Appareils sanitaires en céramique
- Dalles de moquettes
- Charpentes industrielles en bois (à fermettes)
- Radiateurs à eau (fonte et/ou acier)
- Armoires électriques et protections modulaires
- Luminaires
- Briques à mortier de chaux
- Bardages minéraux

- Conduits de ventilation rigide en galva

Concrètement, les partenaires rencontrent les assureurs pour leur proposer des guides et des méthodologies.

## Massification de la filière du réemploi – exemple de MOBIUS



Mobius est une entreprise qui s'est spécialisé dans le réemploi de faux-planchers technique, cet organisme se revendique comme un acteur de la massification du réemploi et souhaite industrialiser la pratique afin de la rendre plus systématique et plus facilement applicable.

## Synthèse de l'After-work organisé par Cycle Up



Cycle Up est une PME de 45 salariés qui est bureau d'étude en économie circulaire et gère une marketplace des PEM de réemploi. L'entreprise est bien développée en Île-de-France et a ouvert des antennes à Rennes, Lyon et Toulouse. Elle se lance aussi ses propres plateformes de reconditionnement, la première va être inaugurée le 10 juillet prochain à Noisy-Le-Sec. Cette plateforme se spécialise dans le reconditionnement de sanitaires et de luminaires.

En parallèle, la start-up organise une fois par mois un afterwork dans ses locaux, « La galerie du réemploi ». C'est l'occasion de partager des initiatives innovantes, d'organiser des concours de design et le 29 juin de présenter les résultats d'une étude réalisée par Cycle Up.

Cette étude a interrogé les acteurs de la construction sur leur perception du réemploi. L'étude a été diffusé entre mars et mai 2023 et a recueilli 200 réponses.

L'enquête est disponible gratuitement sur : <https://contenu.cycle-up.fr/resultats-enquete-tendance-reemploi-2023>

Les chiffres clés :

- 52% des répondants ont déjà expérimenté le réemploi
- 44% estiment que la difficulté d'accès aux ressources impactera fortement leur activité
- 73% attendent une garantis et des garantis pour pouvoir se lancer dans le réemploi
- **98% estiment pouvoir avoir confiance en des matériaux de réemploi si les matériaux disposent d'une garantie ou ont été reconditionnés par un professionnel**

Ce sont des chiffres très prometteurs pour l'application du réemploi, sachant que des plateformes de reconditionnement se développent. Il faut tout de même avoir en tête que les répondants sont des acteurs un minimum sensibilisé au réemploi.

## Annexe 6 : Barème d'évaluation de la méthode e-Delphi

Weight	Indicator	1: Fully Disagree-7: Fully Agree						
	<b>General CE Indicators (Weight: 13.54%)</b>	1	2	3	4	5	6	7
17.68	Our company design according to Circular economy principles							
17.53	There is an environmental awareness in our society							
16.94	Our company take into account environmental issues							
16.49	We dispose of a board indicators for management of materials							
16.05	Our company aims the transformation to Circular economy model							
15.30	Our company use the Building Information Modelling (BIM)							
	<b>Material Indicators (Weight: 14.27%)</b>							
11.76	Are the product's materials passed back into the supply chain?							
11.45	We use asphalt pavement recycled in order to reclaim bitumen							
10.94	Our crude steel production is very high							
10.33	We reduce the direct Material Input							
9.71	Our company analyze the iron resource efficiency							
9.92	Is there a complete bill of materials and substances for the product?							
9.20	We dispose of a lead indicator for resource productivity							
9.00	Extensive use of environmentally responsible in materials							
8.89	We dispose of a Indicators of Improvement of use of materials							
8.79	We reduce the output of main mineral resource							
	<b>Energy Indicators (Weight: 15%)</b>							
18.69	We increase the consumption of new, renewable or clean energy							
17.93	We raise the energy saving amount							
17.48	We are diminishing the energy used per tonne of asphalt mix produced							
15.35	We have a lower fuel consumption on a trial mode							
15.35	We dispose of Indicators of energy efficiency improvement							
15.20	We use agroindustrial energy (sugar, ethanol biomass)							
	<b>Water Indicators (Weight: 14.51%)</b>							
27.17	We dispose of Indicators of Improvement of Water efficiency							
25.65	Environmental Chemicals is used in the process of treating water							
25.22	We dispose of Indicators of Industrial water reuse ratio							
21.96	Our company recycle and reused water							
	<b>3R's Indicators (Weight: 14.51%)</b>							
14.89	Our products/services can be repaired							
14.77	Our products/services can be reused							
14.52	Our products/services can be redesign							
14.14	We dispose of a material recovery scheme							
14.07	We use efficient technologies for recovery of materials							
	<b>Indicators of emissions (Weight: 13.78%)</b>							
25.80	We reduce the energy indirect greenhouse gas emissions level							
25.58	We reduce our carbon footprint							
24.52	We reduce our CO <sub>2</sub> emissions level							
24.09	We reduce our energy environmental Footprints							
	<b>Indicators of Waste (Weight: 14.39%)</b>							
15.06	Does the product reduce waste through its use?							
14.55	We diminish our hazardous waste (metric ton)							
14.43	We use a complete bill of solid waste for the manufacturing process							
14.43	We employ measures to prevent, recycle and eliminate waste							
14.18	we reduce the non-hazardous waste that is recycled							
13.93	We improve our recycling rate of solid waste							
13.42	We manage efficiently the waste							

Annexe 7 : Sélection des indicateurs d'évaluation de circularité

Indicateurs	Catégories	Sources
Extraction de matières premières	Ressources	Bilan délivré par BOMA
Energie	Ressources	
Transport	Ressources	
Valeur du matériau	Ressources	
Impact carbone	Carbone	
Coût des étapes du cycle de vie du matériau	Economique	
Opérations exemplaires	Economique	
Gestion économe des matériaux	Economique	
Emergence de filières	Valorisation métier	
Création d'emplois locaux	Valorisation métier	
Sensibilisation	Sensibilisation	
Confort d'usage des bâtiments	Confort	
Energie	Ressources	Outil e-Delphi
Matériaux	Ressources	
Eau	Ressources	
3R (Réduire, réemployer, recycler)	Ressources	
Déchets	Ressources	
Emissions	Carbone	
Préservé	Ressources	Outil carbone Future Built
Réemployé	Ressources	
Réemployé de fin de stock	Ressources	
Issu de matériaux recyclés	Ressources	
Neuf	Ressources	
Réemployabilité	Ressources futures	
Recyclabilité	Ressources futures	
Déchet	Ressources futures	
Réemployabilité	Ressources futures	
Adaptabilité	Ressources futures	
Assurantiel	Administratif	Envirobat Grand Est
Créativité du constructeur	Valorisation métier	
Economique, modèle économique adapté	Economique	Direction urbanisme et territoires
Matériaux, ressources	Ressources	
Matériaux		Relais 2D
Social, nombre d'heure supplémentaire pour le réemploi	Valorisation métier	
Lien entre l'offre et la demande	Filière	
Sensibilisation auprès des agents	Sensibilisation	Direction des espaces publics et naturels
Sensibilisation auprès des riverains	Sensibilisation	
Assurantiel	Administratif	
Qualité des docs produits (diag PEMD, ressources)	Valorisation métier	Direction de l'Architecture et du Patrimoine
Emissions carbone économisées	Carbone	
Economique	Economique	Bureau d'étude OTEIS
Economique	Economique	
Sensibilisation	Sensibilisation	Directeur GCM environnement

Synthèse des rencontres

Adaptabilité des techniques de déconstruction	Valorisation métier	Conducteur de travaux, Schirmeck
Qualité du produit réemployé	Ressources	
Temporalité	Organisation	
Espace de stockage	Organisation	
Masse de matériaux réemployés	Ressources	Booster du réemploi
Economie carbone	Carbone	
Economie financière	Economique	
Valeur sociale	Valorisation métier	
Condition de mise en œuvre du réemploi	Sensibilisation	
Rareté des matériaux	Ressources	Katharina Broeckstedt
Préservation de l'existant	Ressources	Cnb.archi
Qualité de réemploi - entropie	Technique	Indicateur de réemployabilité - Thèse Ambroise Lachat
Emission carbone	Carbone	
Economique	Economique	
Montée en compétence	Valorisation métier	

Synthèse des rencontres

Ecarté car trop - compliqué à évaluer ou - phénomène isolé

Suppression  
des doublons +  
suppression  
des indicateurs  
grisés

Catégories	Indicateurs
Impact environnemental	Emissions de CO2 économisées
	Gestion des matières premières
	Gestion de l'énergie (exergie, entropie, etc.)
	Préservation de l'existant
Impact économique	Coût des étapes du cycle de vie du matériau
	Développement d'un modèle économique
Impact social	Sensibilisation au réemploi
	Création d'emplois locaux
	Redonner de la valeur au matériau
	Aide au développement de plateforme de réemploi
Gestion des ressources futures	Monter en compétence des équipes de MOE
	Réemployabilité
	Recyclabilité
Mise en œuvre du réemploi	Adaptabilité du bâtiment
	Facilitation des procédures assurantielles
	Emergence de filières

## Annexe 8 : Aperçu de l'outil d'évaluation

# Outil d'évaluation de la circularité d'un bâtiment

**Avertissement :** La note délivrée par cet outil n'est pas une certification officielle. Elle a été développée dans l'optique d'évaluer vos projets et de noter l'évolution dans votre engagement en faveur de l'économie circulaire du BTP. La méthode de calcul est encore au stade expérimental et peut encore être améliorée.

Cet outil est développé pour sensibiliser les acteurs du BTP à la notion d'économie circulaire. L'indice de circularité est un indice créé dans le cadre de cette étude, permettant de comparer plusieurs projets, afin d'évaluer l'intégration de l'économie circulaire dans leur cycle de vie. **6 indices ont été sélectionnés pour mesurer la circularité d'un projet livré (cf. "Pour info" ci-dessous), quatre du point de vue du bâtiment et deux du point de vue de la filière EC sur le territoire.**

L'outil est à destination des maîtres d'ouvrage qui souhaitent formaliser leur retour d'expérience, afin d'encourager leur démarche et de suivre l'évolution de l'économie circulaire sur le territoire eurométropolitain.

Mise à jour le : août-23  
 Développé par : Louise Eich  
 Le document Annexe permet d'aider au remplissage de l'outil.

## Etapes d'utilisation de l'outil

1. Remplir les informations générales du projet, en particulier les cellules suivies d'une \*.
2. Remplir les informations de l'onglet SAISIE DONNEES - Partie 1, relatives à l'impact social du projet.
3. Remplir les informations de l'onglet SAISIE DONNEES - Partie 2, relatives aux impacts environnementaux, économiques et ressources de l'intégration du réemploi dans le projet livré.
4. Voir l'onglet RESULTATS pour prendre connaissance de la note obtenue du projet.
5. L'onglet RAPPORT synthétise les résultats et permet d'exporter les données sur format PDF.

## Informations générales du projet

NOM DU PROJET	Type de projet	ADRESSE DU PROJET	PHASE DU PROJET	Surface totale (m <sup>2</sup> SHAB)	MOA	MOE	BET EC	OBJECTIF DE CERTIFICATION	Date de l'étude
à saisir	à sélectionner*	à saisir	à saisir	à saisir*	à saisir	à saisir	à saisir	à saisir	à saisir*

\* Les cellules suivies d'une étoile (\*) doivent être obligatoirement remplies.

## Pour aller plus loin

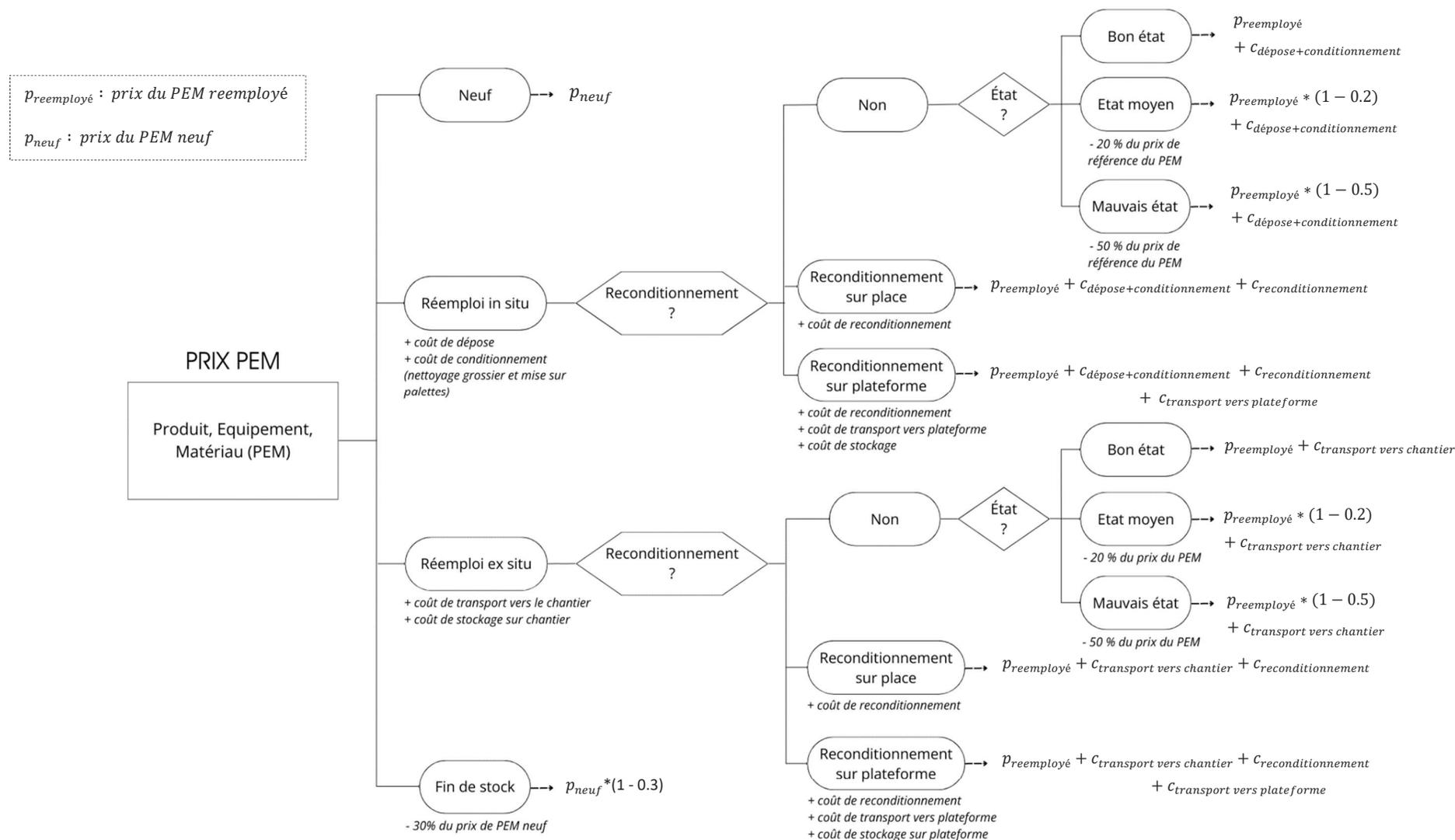
Si vous souhaitez aller plus loin et connaître l'impact de l'intégration du réemploi sur tout votre projet, saisissez les informations suivantes :

Coût total du chantier [€]	Impact carbone de la construction [kg eq CO2]

# Base de données de conversion ENV - ECO - RESSOURCES

Infos générales du produit				Conversion Environnementale				Conversion économique			Neuf bâtiment		Réemploi [déposé et conditionné, ne comprend pas le transport/stockage/pose]		Conversion ressources										
Lots	régleme	ID Produ	Matériaux	UF	ID Produit	Fiche INIES	DDY (ans)	Total cycle de vie	UF	Conversion: UF saisie / UF FDES	ID Produit	Priz neuf HT (€/UF)	Précisions	Priz matériaux de réemploi (€/UF)	UF	Source prix réemploi	ID produit	Masse (kg/UF)	UF	Source					
1	Voie et réseau		Bordure	Béton	ml	Bordure de voirie	naturelle - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.14)	100	52,9	kg eq CO2 / ml	1	Bordure de voirie en béton T1	32,84	/ / ml	Bordure type T en béton	5	/ / ml	Estimation	Bordure de voirie en béton T	52,5	kg / ml	fabemi			
			Dalle	Béton	m²	Dalle de voirie en béton	d'épaisseur 5 cm (avec joint et lit de pose) (v.11)	50	17	kg eq CO2 / m²	1	Dalle de voirie en béton	35,04	/ / m²	Compris sable réglé d'ép.	20	/ / m²	Cycle up	Dalle de voirie en béton	117,63	kg / m²	FDES collective			
			Pavé	Pierre Naturelle	m²	Pavé de voirie classique ou poreux en béton d'épaisseur 8 cm (avec joint et lit de pose)	Voie et revêtements extérieurs en pierre naturelle - DONNEE	100	66,49	kg eq CO2 / m²	1	Pavé de voirie en pierre naturelle (grès)	80,09	/ / m²									kg /		
			Pavé	Béton	m²	Pavé de voirie en béton	Voie et revêtements extérieurs en pierre naturelle - DONNEE ENVIRONNEMENTALE	50	213	kg eq CO2 / m²	1	Pavé de voirie en béton pressé - zone	52,93	/ / m²		5	/ / m²	Cycle up					kg /		
2	Cloture, portail		Cloture	Acier	ml	Cloture acier - 2,5m	DONNEE ENVIRONNEMENTALE	50	168	kg eq CO2 / ml	1	Panneau de clôture galva - 1530 mm (p	161	/ / ml	Compris collement béton	42	/ / ml	BOMA	Grillage métallique rigide T1-	0,12	kg / ml	Point P			
			Portail_mc	Aluminium	unité	Portail alu 2 vantaux motorisé	Portail aluminium à 2 vantaux (scellement de béton inclus) - DONNEE	50	2659	kg eq CO2 / unité	8	Portail alu 1 vantaux motorisé	699172	/ / unité	Motorisation portail coul	1000	/ / unité	Cycle up	Portail alu 1 vantaux collissai	700,00	kg / unité	NED10			
3	Fondations et infrastructures		Aluminium	unité	Portail alu 2 vantaux	Portail aluminium à 2 vantaux (scellement de béton inclus) - DONNEE	50	2440	kg eq CO2 / unité	1	Portail alu 2 vantaux non motorisé - 3.	2615,14	/ / unité		750	/ / unité	Cycle up	Portail alu 1 vantaux collissai	700,00	kg / unité	NED10				
			Plancher	OSB	m²	Plancher dalle CLT	croisé), fabriqué en France (v.14)	100	98,6	kg eq CO2 / m³	1	Plancher sur solive	75,19	/ / m²								kg /			
4	Superstructure - maçonnerie		Paroi	OSB	m²	Mur ossature bois type 1	France, toutes essences (v.15)	100	7,66	kg eq CO2 / m²	1		/ /		/ /	0			Bac acier (épaisseur 1mm)	14,20	kg / m²	FDES collective			
			Paroi	Béton armé	m²	Paroi en béton banché	EN BETON ARMÉ D'ÉPAISSEUR 0,20m (v.11)	100	54,468	kg eq CO2 / m³	1		/ /		/ /	0						kg / m²			
			Brique	Terre cuite	m²	Brique de structure en terre cuite	cuite de 20cm (pose à joints minces) (v.12)	100	26,6	kg eq CO2 / m²	1	Brique pleine ordinaire 6X11X22 cm	28,34	/ / m²	avec joints de 1 cm de lar	15	/ / m²	Cycle up					kg / m²		
			Plancher_c	Acier	m²	Bac acier pour plancher seo	d'épaisseur comprise entre 1mm et 1,25mm (v.15)	100	15,23	kg eq CO2 / m²	1	Bac acier ép. 1,00 mm	23,42	/ / m²									kg / m²		
5	Couverture - étanchéité - charpente - zinguerie		Tuile_plate	Terre cuite	m²	Tuile plate	emboitement (v.14)	100	21,1	kg eq CO2 / m²	1	Couverture tuiles 19 x 31 cm (lites 3,1	54,37	/ / m²		/ / m²			Tuile plate	65,88	kg / m²	FDES collective			
			Tuile_à_ent	Terre cuite	m²	Tuile à emboitement	emboitement (v.14)	100	13,792	kg eq CO2 / m²	1	Couverture tuile à emboitement grand	20,79	/ / m²		/ / m²				Tuile à emboitement	45,52	kg / m²	FDES collective		
			Couverture	Acier galvanisé	m²	Plateau de bardage ou de couverture	Plateau de bardage ou de couverture en acier de masse surfacique comprise entre 11	50	35,1	kg eq CO2 / m²	1	Couverture bac acier galvanisé ép. 10C	30,28	/ / m²		/ / m²							kg /		
			Couverture	Zinc	m²	Couverture en zinc	Grands éléments de couverture en zinc - DONNEE de France, toutes essences, toutes configurations (v.16)	100	33,8	kg eq CO2 / m²	1	Converture en zinc	91,79	/ / m²	Couverture zinc ép. 0,85 mm 1 feuille sur 4 d	/ / m²								kg /	
			Bois_en_p	Bois	m²	Bardage bois	Plafond suspendu bois massif avec suspen	100	0,707	kg eq CO2 / m²	1	Bois en parement sur façade				/ /	0							kg /	

**Annexe 9** : Logigramme du calcul de prix d'un produit, équipement ou matériau de réemploi – ce mécanisme de calcul n'est pas encore implémenté dans l'outil d'évaluation présenté au chapitre 2

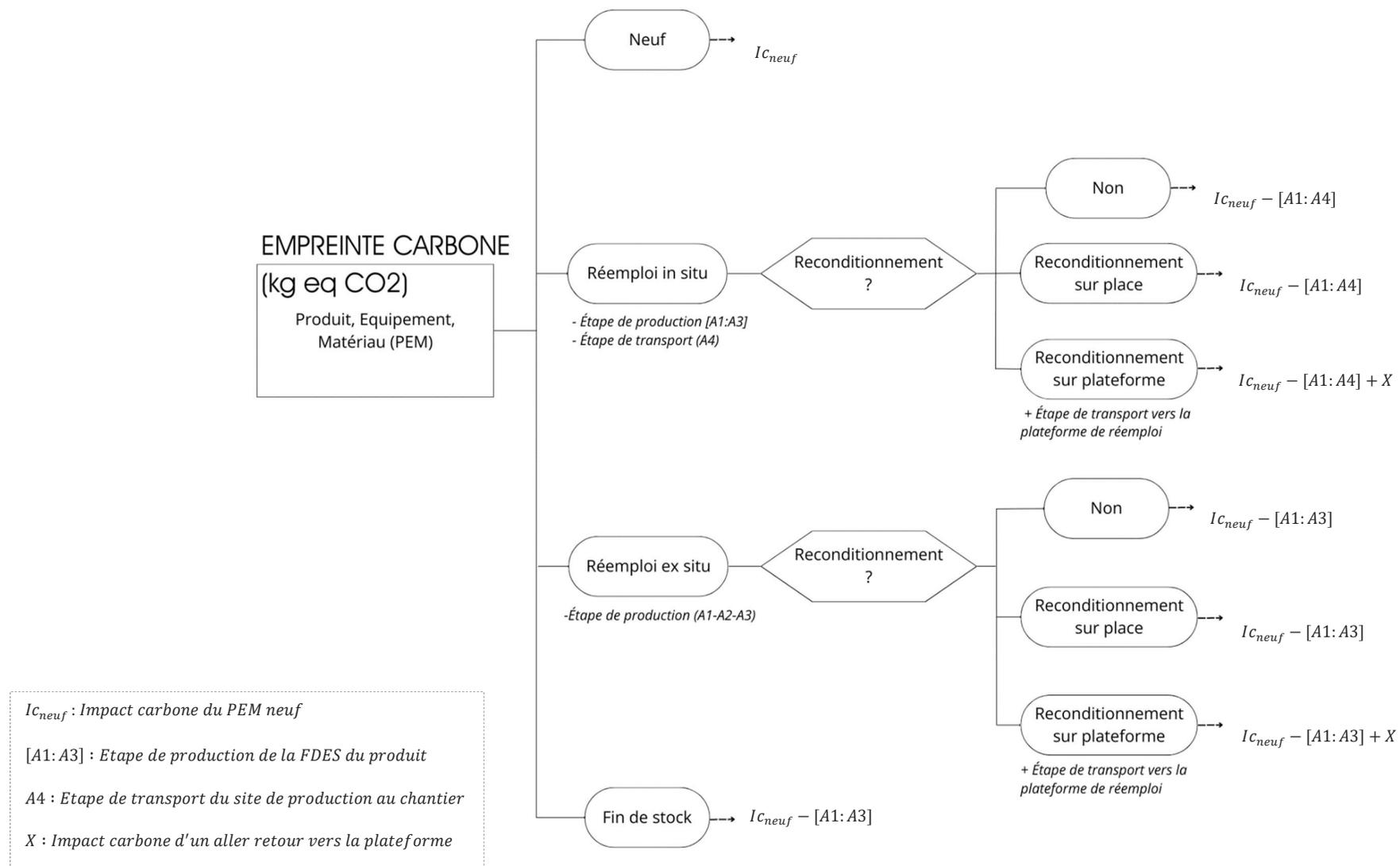


## COÛTS ANNEXES

Coûts supplémentaires liés au traitement du PEM, peut inclure plusieurs de ces tests en fonction des besoins du projet :

- Diagnostic ressources, PEMD
- Caractérisation matière
- Etc.

**Annexe 10** : Logigramme du calcul carbone d'un produit, équipement ou matériau de réemploi – ce mécanisme de calcul est implémenté dans l'outil d'évaluation présenté au chapitre 2



## Annexe 11 : Carte d'identité - Unité technique de Schirmeck



Figure 1 : Photo du site avant démolition



Figure 2 : Visualisation du site neuf

### a. Description du projet

Nom : Unité Technique du Conseil Départemental de Schirmeck  
Adresse : 10 rue du Donon, 67130 Schirmeck  
Surface totale : **1253 m<sup>2</sup>**  
Phase : PRO

### Description du complexe de bâtiments accueillant les bureaux et les parties techniques du Conseil Départemental du Bas-Rhin :

- Bâtiment administratif : années 70, structure non reconnues (béton, maçonnerie et charpente bois selon le diagnostic déchet)
- Atelier et garage PL : années 70, structure métallique et béton dans la partie garages, structure béton et charpente bois de sapin dans la partie atelier
- Hangar signalétique : années 70, structure maçonnée, charpente bois de sapin, et béton
- Abris à sel : années 90, structure bois lamellés collé, bois de sapin et béton

### b. Acteurs du projet

MOA - CEA (Collectivité Européenne d'Alsace)

Entreprise générale du bâtiment : CKD

MOE : cabinet d'architectes - Temple

BET EC - BOMA

Entreprise de curage sélectif : Presta'Terre, rattaché au groupe Altaïr

Entreprise de démolition : GCM

### c. Qualités du bâtiment d'origine

- Espace de stockage sur site pour réemploi in situ
- Construction neuve prévue après la démolition des bâtiments existants → gain d'espace de stockage, de mobilité et accès au gisement des bâtiments existants
- Site partenaire en reconstruction à Wasselonne → possibilité de cumuler et d'optimiser les ressources et des sourcer les matériaux de l'opération à Wasselonne de celle à Schirmeck

d. Défauts du bâtiment ou du site

- Diversité structurelle des types de bâtiments : aménagement intérieur et extérieur sur un même site
- Amiante, plomb ?

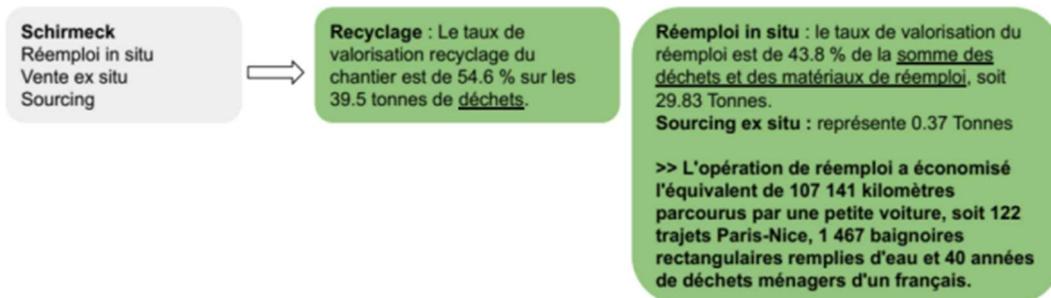
e. Conclusions sur les perspectives du bâtiment, potentiel de réemploi

Le complexe de bâtiment va être démoli après la dépose des matériaux qui feront l'objet d'un réemploi. A savoir, qu'il n'y a pas de dépose des matériaux sans repreneur, afin de ne pas se retrouver avec des matériaux sans repreneur et du stockage en aval de la démolition.

Un sourcing de BOMA pour certains matériaux à usage du bâtiment neuf a été mené, via 3 actions principales :

- Dépose précautionneuse et préservante pour les besoins en matériaux du projet neuf
- Dépose précautionneuse et préservante pour la mise en vente ex situ
- sourcing de matériaux de réemploi issue de chantiers de Strasbourg, de plateforme du réemploi ou du site partenaire en reconstruction à Wasselonne
- Montée en compétence des acteurs intervenant dans le projet et une meilleure compréhension du sujet du réemploi

Appel à une entreprise de réinsertion pour la dépose soignée des matériaux



*Extrait de la fiche synthèse du diagnostic PEMD effectué par BOMA*



*Photos de l'état de l'opération le 20 juin, vues d'ensemble des éléments réemployés*

## Bilan de l'étude de circularité du projet Bâtiment passif de l'Unité technique de Schirmeck

 Cet outil est développé pour sensibiliser les acteurs du BTP à la notion d'économie circulaire. L'indice de circularité est un indice créé dans le cadre de cette étude, permettant de comparer plusieurs projets, afin d'évaluer l'intégration de l'économie circulaire dans leur cycle de vie. 5 groupements d'indicateurs ont été calculés afin d'estimer la circularité d'un projet livré.

 **Avertissement :** Les données délivrées par cet outil ne font pas office de certification officielle.

Ce document présente les résultats de l'étude de la circularité du projet selon les critères présentés dans le guide d'utilisation.

### INFORMATIONS GENERALES DU PROJET

Nom du projet : Bâtiment passif de l'Unité technique de Schirmeck Date de l'étude : 29/09/2023  
Adresse du projet : 427 Surface : 427  
Acteurs du projet : CEA (Collectivité Européenne d'Alsace), Temple, BOMA

### IMPACT SOCIAL

**46%** des objectifs sociaux ont été atteints. Pour améliorer cette note, les actions suivantes peuvent être entreprises :

- Vous pouvez vous rapprocher d'un bureau d'étude en économie circulaire, ou de votre collectivité, qui vous proposera une série de formations disponibles pour vous et vos équipes.
- Vous pouvez consulter le Carnet de l'Économie Circulaire du BTP, qui vous donne toutes les contacts nécessaires pour trouver une plateforme de réemploi.

### IMPACT CARBONE

Impact "réel"

**19337 kg eq CO<sub>2</sub>** économisé grâce à l'intégration du réemploi avec la méthode cycle up.  
Soit 14,58 allers Paris/New York.

Impact carbone d'après la RE2020 (l'impact carbone du réemploi est comptabilisé comme nul)

**32230 kg eq CO<sub>2</sub>** économisé grâce à l'intégration du réemploi avec la méthode de calcul RE2020.  
Soit 24,3 allers Paris/New York.

### IMPACT ECONOMIQUE

**24 067 €** économisé entre le prix du PEM neuf et celui du PEM réemployé, sans prise en compte des coûts externes.

### IMPACT SUR LA GESTION DES RESSOURCES ACTUELLES

**11,45 tonnes** de déchets ont été évités grâce à la démarche d'économie circulaire.

### IMPACT RESSOURCES FUTURES

Pas encore disponible sur cette version.

A partir de ces trois derniers indicateurs, on a le diagramme radar suivant :

