



PRINTEMPS 2023

ATELIER PROJET

PARTIE 2

Économie circulaire : quelle filière de réemploi de matériaux du bâtiment dans les territoires Picards et en région Rémoise ?

Université de Technologie de Compiègne
EPFLO
Canopée



SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
INTRODUCTION	6
CLASSIFICATION	8
A. Introduction, démarche et méthode	8
1. Démarche globale de la classification	8
2. Bilan carbone	9
a. Recyclage Module	9
b. Méthode CSTB	10
3. Coût financier	11
4. Jauge de facilité	12
5. La question des assurances	13
a. Assurer les matériaux réemployés	13
b. Règles et conseils	14
c. Quels matériaux privilégier ?	15
d. Le rôle de la maîtrise d'ouvrage professionnelle	16
B. Exploitation des résultats	16
1. Enveloppes et façades	16
2. Revêtements	21
3. Menuiseries	25
4. Equipements	29
5. Couverture étanchéité	35
6. Isolation	36
C. Conclusion et analyse globale des avantages/inconvénients du réemploi	38
SIG SPATIALISATION DES ACTEURS	40
1. Cartes	40
a. Représentation des établissements	40
b. Constat et analyse spatiale, regard critique sur les cartes	41
c. Evolution de la BDD	52
2. Base de données	52
Présentation de la structure de la BDD	52
3. Logiciel de spatialisation : QGIS	53
Pourquoi ce logiciel ?	53
4. Conclusion	54
ETUDE DE CAS	54
1. Objectifs de l'étude, problématique et méthodologie de résolution	54
2. Outils opérationnels généraux applicables aux opérations	56
a. Logigramme décisionnel	56

b. Présentation des outils	57
Calcul du coût de stockage	57
Calcul du coût de transport	58
Tutoriel	58
3. Méthodologie de l'étude de cas	58
a. Description de l'opération	59
b. Procédé de l'étude de cas	61
c. Identification des matériaux et des équipements	62
4. Choix et études des scénarios	63
a. Présentation des différents scénarios	63
b. Analyse des données des scénarios	66
5. Conclusion de l'étude de cas	70
6. Issue de l'étude de cas	72
CONCLUSION	75
ANNEXES et OUTILS	77

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Étapes du cycle de vie d'un produit selon NF EN 15804	8
Figure 2 : Étapes du cycle de vie d'un produit selon NF EN 15804	9
Figure 3 : Étapes du cycle de vie d'un produit selon NF EN 15804	9
Figure 4 : Tableau d'élaboration de la jauge de facilité de réemploi	12
Figure 5 : Fiche par élément, comprenant les avantages, inconvénients, et les indicateurs dont la jauge de facilité	13
Figure 6 : Économie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille enveloppe et façade)	17
Figure 7 : Économie carbone par matériau réemployé ou recyclé (pour la famille enveloppe et façade)	17
Figure 8 : Comparaison des coûts estimés de réemploi par rapport au coût du matériau neuf (pour la famille enveloppes et façades)	18
Figure 9 : Economie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille des revêtements)	21
Figure 10 : Comparaison des coûts estimés de réemploi par rapport au coût du matériau neuf (pour la famille revêtements)	22
Figure 11 : Economie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille menuiserie)	26
Figure 12 : Economie carbone par matériau réemployé ou recyclé (pour la famille menuiserie)	26
Figure 13 : Comparaison des coûts estimés de réemploi par rapport au coût du matériau neuf (pour la famille menuiseries)	27
Figure 14 : Economie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille équipements)	30
Figure 15 : Comparaison des coûts estimés de réemploi par rapport au coût du matériau neuf (pour la famille équipements)	31
Figure 16 : Economie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille couverture/étanchéité)	35
Figure 17 : Economie carbone par matériau réemployé ou recyclé (pour la famille couverture/étanchéité)	36
Figure 18 : Economie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille des isolants)	37
Figure 19 : Economie carbone par matériau réemployé ou recyclé (pour la famille des isolants)	37
Figure 20 : Représentation de l'ensemble des données récoltées dans les régions Hauts-de-France, Ile-De-France et Rémoise	40
Figure 21 : Carte représentant les centres de recyclages recensés dans les régions Hauts-de-France, Ile-De-France et Rémoise	41
Figure 22 : Distribution des acteurs de la filière de l'économie circulaire du bâtiment par département (situation au 19/04/2023)	42
Figure 23 : Distribution des acteurs du territoire par filière (situation au 19/04/2023)	42
Figure 24 : Distribution des acteurs du territoire par type d'établissement (situation au 19/04/2023)	43
Figure 25 : Distribution de chaque filière par département (situation au 19/04/2023)	44

Figure 26 : Distribution des acteurs de l'Oise par filière de l'économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)	45
Figure 27 : Distribution des acteurs de l'Oise par type d'établissement (situation au 19/04/2023)	45
Figure 28 : Distribution des acteurs de l'Aisne par filière de l'économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)	46
Figure 30 : Distribution des acteurs de la Somme par filière de l'économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)	47
Figure 31 : Distribution des acteurs de la Somme par type d'établissement (situation au 19/04/2023)	47
Figure 32 : Distribution des acteurs du Nord par filière de l'économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)	48
Figure 33 : Distribution des acteurs du Nord par type d'établissement (situation au 19/04/2023)	48
Figure 34 : Distribution des acteurs du Pas-de-Calais par filière de l'économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)	49
Figure 35 : Distribution des acteurs du Pas-de-Calais par type d'établissement (situation au 19/04/2023)	49
Figure 36 : Distribution des acteurs de la Marne par filière de l'économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)	50
Figure 37 : Distribution des acteurs de la Marne par type d'établissement (situation au 19/04/2023)	50
Figure 38 : Taux de prise en charge de chaque catégorie de déchets	51
Figure 39 : Nombre d'acteurs prenant en charge en recyclage et/ou réemploi les différents matériaux de la catégorie DIB	52
Figure 40 : Structure du logigramme	57
Figure 41 : Structure du logigramme pour les éléments à intérêts patrimoniaux	58
Figure 42 : Vue satellite pour la localisation de l'opération Taittinger.	60
Figure 43 : Plan de masse de l'opération Taittinger.	61
Figure 44 : Photo des immeubles concernés par le projet de désamiantage / démolition	61
Figure 45 : Exemple de diagnostic PEMD	62
Figure 46 : Tableau regroupant les matériaux	63
Figure 47 : Quantités retenues pour les scénarios	64
Figure 48 : Liste des équipements destinés au réemploi pour le scénario 4	65
Figure 49 : Coût financier du transport par scénario	66
Figure 50 : Coût carbone du transport par scénario en kg CO2	67
Figure 51 : Tableau des décisions de stockage prises pour le Scénario 4	68
Figure 52 : Coût financier du stockage par scénario	68
Figure 53 : Coût financier de la construction ou de la démolition	69
Figure 54 : Coût financier total	70
Figure 55 : Quantité totale de CO2 équivalent évités	71
Figure 56 : Comparaison de la quantité totale de CO2 équivalent évité en nombre de kilomètre en avion	71

Figure 57 : Synthèse des coûts financiers et du CO2 évité pour chaque scénario 72

Figure 58 : Tableau d'aide à la décision du stockage en fonction des différents coûts impactants, financiers et carbonés 74

INTRODUCTION

Du diagnostic vers un mode opératoire

La première partie de l'étude a permis, à travers l'état de l'art et les nombreux entretiens réalisés, d'adopter un regard large et complet sur les différentes filières appartenant à l'économie circulaire dans le secteur de la construction.

Dans cette deuxième phase d'étude, l'objectif est d'identifier les différents **leviers d'action** susceptibles de structurer davantage les filières de réemploi, recyclage et réutilisation de matériaux/déchets issus de la déconstruction, et/ou permettre une intégration plus sûre des acteurs concernés. Dans un premier temps, le développement d'une **analyse multicritère** pour le réemploi a été réalisée selon les axes du coût financier, coût carbone et de facilité. Celle-ci constitue l'étape préliminaire à l'utilisation des outils et calculs développés.

Le second axe d'étude permettant de répondre à cet objectif plus **opérationnel** du projet est constitué de deux opérations clés. Tout d'abord, l'élaboration d'une **base de données** répertoriant les acteurs des différentes filières mobilisables sur le territoire, source de la **spatialisation** des acteurs à travers l'outil QGIS et conçue pour être une ressource modifiable et alimentée par les utilisateurs au fil du temps.

Le second axe de cette phase s'appuie sur les données et constats du premier rapport, du premier axe et des documents fournis par les commanditaires du projet pour proposer des **scénarios d'action** intégrant les différents enjeux du sujet. Des **cas d'étude existants**, chiffrés et donc concrets, sont utilisés pour construire ces scénarios de réemploi, recyclage, stockage, etc., prenant en compte les paramètres d'évolution de la filière REP au cours des années à venir. Les propos sont dans la mesure du possible illustrés par des représentations spatialisées et temporalisées. Par conséquent, il est possible de dresser un certain nombre de **préconisations**, afin de compléter la phase théorique de l'étude avec une phase plus pratique et opérationnelle.

CLASSIFICATION

A. Introduction, démarche et méthode

1. Démarche globale de la classification

Afin de traiter le plus possible de composants utilisés dans le secteur du bâtiment, le choix a été fait de les organiser dans un tableau selon 6 familles de matériaux :

- **Enveloppe/façade** : structure, maçonnerie, gros oeuvre, charpente, façades ;
- **Revêtements** : murs, plafonds, sols durs, sols souples ;
- **Menuiseries** : intérieures et extérieures, fermetures ;
- **Équipements** : sanitaires, électricité ;
- **Couverture/étanchéité** : éléments de couverture en grands éléments et en petits éléments ;
- **Isolation** : thermique et acoustique pour murs/combles/toitures terrasses/sous chape, isolation répartie non poreuse, caissons chevrons, panneaux de toiture, entrevous, hourdis isolants.

Ces 6 familles (première colonne) ont été choisies en se calquant à la fois sur le document Solutions par matériaux - équipements (fourni par Canopée) et sur l'annexe du rapport « Label bas carbone » (CSTB,2023)¹. Chacune d'elle est ensuite divisée en types d'éléments puis en matériaux.

Exemple:

Menuiseries	Fenêtre	Fenêtre en bois
		Fenêtre en PVC
		Aluminium
		Aluminium-PVC
		Bois-Aluminium
		Fenêtre de toit
		En acier

Figure 1 : Étapes du cycle de vie d'un produit selon NF EN 15804

Source : annexe du rapport « Label bas carbone » (CSTB, (2021)

La deuxième colonne, qui représente les éléments traités, est ensuite divisée dans la troisième colonne selon le matériau dans lequel est fabriqué l'élément. Ensuite, la durée de vie et le bilan carbone² dans le cadre du réemploi et du recyclage sont explicités, comme mentionné en 2).

Les colonnes suivantes représentent alors l'analyse:

- La **durée de vie** (source : CSTB, 2021¹) ;
- Les **kilogrammes équivalents en CO2 évités** en pratiquant le **réemploi** (source: FCRBE²) ;
- Les **kilogrammes équivalents en CO2 évités** en pratiquant le **recyclage** (source: base INIES³) ;
- Les **sources** des chiffres du recyclage dans les fiches de la base INIES;
- Le coût d'abattement, détaillé en 3).

¹ [Rapport du CSTB, 2021 - Label bas carbone : Méthode rénovation pour les produits réemployés et autres produits](#), 66p. (consulté le 24/05/2023)

² [Fiches pratiques du projet européen FCRBE](#)

³ [INIES | Les données environnementales et sanitaires de référence pour le bâtiment](#)

Exemple:

Famille de matériaux	Élément	Matériaux	Bilan carbone					Estimation du coût du réemploi (€)	Prix du neuf (€)	Coût d'abattement (€ par kg éq CO ₂ évité)
			Durée de vie (ans)	Réemploi (kg éq CO ₂ évité)	UF (unité fonctionnelle)	Module D - Recyclage (kg CO ₂ éq évité)	Fiche base INIES			
Menuiseries	Fenêtre	Fenêtre en bois	30	51,36	m ²	4,67	Fenêtre et porte-fenêtre double vitrage, fabriquée en France, en Bois d'essence tempérée européen (v.1.3)	197	600	3,84
		Fenêtre en PVC	30	66,88	m ²	1,12	Fenêtres et Portes-fenêtres PVC IN ALPHA et vitrage d'épaisseur de verre cumulée maximum de 12 mm (v.1.2)	172	450	2,57
		Aluminium	30	140,48	m ²	16,1	Fenêtre 1 vantail en profilés aluminium ≤ 2,3 m ² (v.1.1)	214	700	1,52
		Aluminium-PVC	30	114,87	m ²	22,8	Fenêtres et Portes-fenêtres PVC de la Gamme IN ALPHA 70 Perspective, capotage aluminium et vitrage d'épaisseur de verre cumulée maximum de 12 mm (v.1.2)	214	700	1,86
		Bois-Aluminium	30	73,13	m ²	22,4	Fenêtres et portes-fenêtres mixtes bois tempéré-aluminium double vitrage (v.1.4)	214	700	2,93
		Fenêtre de toit	30	136,17	m ²	17,7	Fenêtre de toit VELUX type GGL-GPL-GFL (v.1.3)	427	400	3,14

Figure 2 : Étapes du cycle de vie d'un produit selon NF EN 15804
Source : annexe du rapport « Label bas carbone » (CSTB, (2021))

2. Bilan carbone

a. Recyclage Module

Lorsque le réemploi n'est pas envisageable (état du matériau, problèmes d'assurance ou de stockage, etc.), il faut alors se tourner vers le recyclage. Aucune base de données exhaustive de tous les gains recyclage/matériaux n'existe encore. Cette donnée étant très pertinente dans cette étude, une approximation a été faite pour pouvoir comparer le réemploi et le recyclage, selon la démarche suivante :

Les étapes du cycle de vie applicables aux produits de construction sont définies dans la norme NF EN 15804+A1, décomposée dans le graphique suivant :

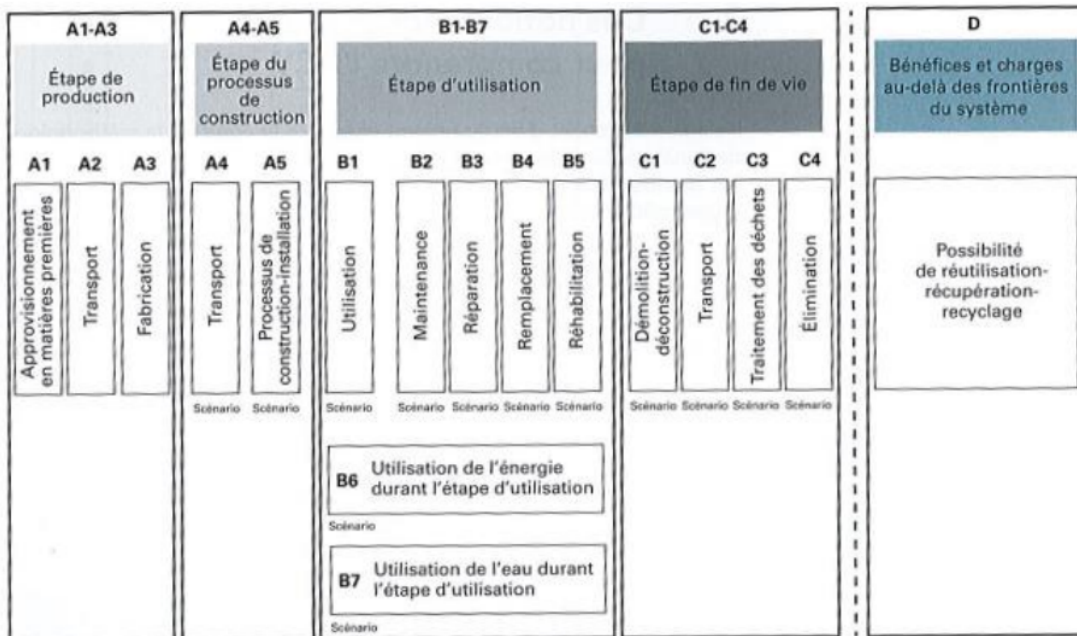


Figure 3 : Étapes du cycle de vie d'un produit selon NF EN 15804
Source : annexe du rapport « Label bas carbone » (CSTB, (2021))

Le module D correspond alors aux bénéfices et aux charges au-delà des frontières du système, soit les possibilités de réutilisation/récupération/recyclage. Le réemploi étant très récent dans le monde du bâtiment, il est alors considéré que ce module représente principalement les possibilités de recyclage. La donnée du

module D de la base INIES (quand elle existe) est alors associée aux kilogrammes équivalents CO2 évités par le recyclage. Quand plusieurs données existent, une donnée cohérente, dans la moyenne est choisie. Toutes les données sont sourcées avec le titre de la fiche INIES considérée dans le tableau général classification des matériaux développé plus haut.

b. Méthode CSTB

Afin de quantifier les avantages liés au réemploi en termes d'émissions carbone évitées, une analyse, basée sur la méthode du CSTB (énoncée dans le rapport du CSTB¹) et plus précisément sur la méthode rénovation pour les produits réemployés et autres produits, a été menée. Les dispositifs et réglementations existants concernent les consommations énergétiques de la phase **d'utilisation** des bâtiments (programmes CEE, Ma prime rénov, RT existant, etc). La méthode CSTB a donc été élaborée avec l'objectif de quantifier les impacts des composants mis en œuvre lors d'une **rénovation**.

La méthode repose sur la quantification des impacts évités par le réemploi. En effet, réemployer un matériau correspond à ne pas en produire un équivalent neuf. C'est cette non-production neuve qui estime l'impact carbone évité grâce au réemploi. La méthode propose un mode de calcul des réductions d'émissions (RE) en kg équivalent CO2, dues à l'utilisation de matériaux réemployés sur un projet de rénovation avec la formule suivante.

$$\text{Réductions d'émissions } RE = \sum_{j=1}^n (I_{j \text{ référence}} * C_{EPERj} - I_{j \text{ projet}}) * Q_{j \text{ projet}}$$

Avec :

- n le nombre de produits valorisés issus du réemploi ;
- $Q_{j \text{ projet}}$ la quantité réelle de produits valorisés j , en unité fonctionnelle ;
- $I_{j \text{ référence}}$ et $I_{j \text{ projet}}$ correspondent respectivement à l'impact du scénario de référence et l'impact du scénario de projet pour le produit valorisé j , en $kg \text{ eq } CO_2$ par unité fonctionnelle ;
- C_{EPERj} le coefficient d'évolution des performances, sans unité, à évaluer uniquement dans le cas où la performance du produit valorisé est exprimée en $W/m^2 * K$ ou en $m^2 * K/W$.

Or, dans l'état actuel de la méthode, pour le réemploi :

$$I_{j \text{ projet}} = 0$$

De plus, C_{EPERj} étant une valeur à utiliser dans des cas très spécifiques, la formule se simplifie donc comme suit, applicable dans le cadre de projets :

$$\text{Réductions d'émissions } RE = \sum_{j=1}^n I_{j \text{ référence}} * Q_{j \text{ projet}}$$

En résumé, les réductions d'émissions concernant le réemploi, sur un projet de rénovation, correspondent à la somme des impacts carbone de chaque produit valorisé, multipliée par la quantité réelle de produit valorisé. Ainsi, les matériaux sont classifiés grâce à une analyse des ordres de grandeur de leurs réductions d'émissions. Finalement, seules les valeurs de l'impact du scénario de référence par produit employé, $I_{j \text{ référence}}$ sont intéressantes.

Dans le cas où le produit équivalent neuf dispose d'une Déclaration Environnementale Produit (DEP) conforme dans la base de données INIES ou via un configurateur de FDES (Fiche de déclaration environnementale et sanitaire), $I_{j \text{ référence}}$ correspond à l'impact carbone du produit substitué tout au long de son cycle de vie (phases A, B et C – hors module D), soit :

Impact carbone du produit lors de son cycle de vie $I_{référence} = I_{A eq neuf} + I_{B eq neuf} + I_{C eq neuf}$

Ce moyen de calculer $I_{référence}$ est très pratique sur un projet spécifique avec la connaissance des matériaux exacts réemployés. Cependant, pour cette étude théorique de classification, ce calcul reste subjectif au regard de la diversité des fiches FDES disponible sur la base INIES, et au manque de données fréquentes.

La méthode définit également des valeurs de références génériques des matériaux dans l'annexe 2, pages 34 à 56. Lors de l'utilisation de ces données dans un projet réel de rénovation, « un rabais de 10% est appliqué à la valeur d'impact moyen pour obtenir l'impact de référence. Ce rabais reflète l'incertitude associée au scénario de référence générique ».

$$I_{référence} = I_{substitué} * 0,9$$

Dans cette étude théorique, les valeurs génériques de $I_{substitué}$ utilisées, sont présentées dans le tableau des valeurs de référence par catégorie de produits. Afin de faire une classification pertinente, c'est l'écart relatif entre les valeurs qu'il est important de regarder. C'est pourquoi la conservation des valeurs sans rabais, pour qu'elles soient plus facilement trouvables, et donc réutilisables, dans le cadre de projets réels, a été choisie.

3. Coût financier

L'estimation du coût du réemploi d'un matériau est complexe et prend plusieurs éléments en compte. Des hypothèses ont été faites pour simplifier les démarches et les calculs pour cette estimation :

Coût de réemploi du matériau = quantité du matériau * 1.2 * (coût de dépose + 0.2*0.7*prix du matériau neuf + coût de nettoyage)

Cette formule a été réalisée avec l'aide des données du webinar de l'IFPEB, datant du 22 mars 2022 et des données fournies par Cycle Up⁴. Voici une explication et décomposition des démarches suivies pour arriver à cette estimation.

- **Le facteur 1.2** : des pertes sont à prévoir lors du transport et du stockage des matériaux et celles-ci peuvent s'élever jusqu'à 20%. Ainsi, il faudrait transporter en réalité 120% des matériaux pour que 100% soient réemployables.
- **Coûts de dépose** : Pour reprendre un matériau qui a déjà servi dans une infrastructure, une dépose méthodique est nécessaire peu importe les conditions dans lesquelles était le matériau. Ce coût n'est pas fixe en fonction des entreprises, de la complexité de l'ouvrage et du mode opératoire demandé.
- **Coûts logistiques** : Cette partie de l'estimation correspond aux coûts logistiques du matériau réemployé avec 0.2*(0.7*prix du neuf). Le facteur 0.7 permet de comparer le prix du réemploi au prix du neuf car, d'après Cycle Up, un matériau réemployé représente un gain de 30% comparé à un élément neuf. Le facteur 0.2, quant à lui, correspond à la moyenne des coûts liés à la logistique qui se situe entre 10, 20, 30 voire 40% d'après le webinar de l'IFPEB. La moyenne de 20% a donc été retenue.
- **Coût de nettoyage** : Pour remettre en état le matériau afin qu'il soit réutilisable.

A partir du coût du réemploi établi grâce à cette méthode, une nouvelle donnée a pu être calculée : le coût d'abattement. La formule est la suivante : $\frac{\text{coût du réemploi}}{\text{kg eq CO2 évité grâce au réemploi}}$ et désigne donc le coût financier

⁴ Vidéo de l'IFPEB « [L'accélération du réemploi des matériaux au cœur des territoires](#) »

d'un kg de CO2 évité grâce au réemploi. Cela apporte à cette étude un lien entre le bilan carbone et le coût financier et permet un autre niveau de comparaison entre les matériaux.

4. Jauge de facilité

Dans un souci d'opérationnalité, un indicateur plus subjectif a été élaboré, faisant la synthèse des avantages et inconvénients liés au réemploi des différents éléments. Cette jauge de facilité se base sur quatre critères :

- La pérennité ;
- La dépose ;
- Le stockage ;
- La repose.

Chacun des éléments étudiés a été noté sur 5 points pour ces quatre critères. La note la plus défavorable, 1/5 correspond à « Difficile », alors que 5/5 correspond à « Très facile ». Les notes de chaque critère ont ensuite été additionnées, donnant une note globale sur 20. Cette note est ensuite ramenée sur 10 : la meilleure note sur 20 (16/20) vaut alors 10/10 et les écarts de points sont conservés (le 15/20 devient 9/10, le 14/20 devient 8/10, etc.). Cette note est ensuite transformée en pourcentage qui sera associé à une jauge, plus visuelle.

Les notes ainsi établies sont synthétisées dans ce tableau :

Jauge de facilité							
	Critères				Notation		
	Pérennité/5	Dépose/5	Stockage/5	Repose/5	Total sur 20	Note sur 10	Pourcentage (%)
Béton	5	1	1	1	8	1	10
Element en terre cuite	5	2	3	3	13	7	70
Pierres	4	3	4	4	15	9	90
Poutres et poutrelles en acier	4	2	2	2	10	3	30
Structure bois	4	1	1	2	8	1	10
Planchers et parquets	4	3	4	4	15	9	90
Carreaux céramiques / ciment / terre cuite	4	3	3	4	14	8	80
PVC/Lino	2	3	4	4	13	7	70
Textile (moquette)	2	3	3	4	12	5	50
Portes	3	3	5	4	15	9	90
Fenêtres	1	3	3	4	11	4	40
Ferronnerie	4	4	4	3	15	9	90
Ameublement	4	3	4	5	16	10	100
Lampes	2	5	3	5	15	9	90
Cuvettes et éviers	2	4	3	3	12	5	50
Douches et baignoires	2	2	3	3	10	3	30
Radiateurs	3	3	4	3	13	7	70
Matériel électrique	2	4	5	3	14	8	80
Isolant	3	4	4	4	15	9	90

Attention, la note sur 10 n'est pas automatisée. Il faut fixer la note sur 20 maximale à 10 et à chaque baisse d'un point de la note sur 20, la note sur 10 perd un point également

Figure 4 : Tableau d'élaboration de la jauge de facilité de réemploi

Source : Production de l'AP03

Dans le critère de pérennité, la durée de vie a été prise en compte, ainsi que la sensibilité à l'usure ou à l'obsolescence. Les fenêtres par exemple, sont particulièrement sujettes à modification des réglementations thermiques, ce qui les rend obsolètes plus rapidement que leur durée de vie réelle.

Dans le critère de la dépose, il a été considéré la facilité, ainsi que la durée et la main-d'œuvre nécessaire pour déposer méthodiquement chaque élément.

Le critère du stockage regroupe la facilité à stocker chaque élément, comprenant ainsi la forme, le poids, la standardisation et la sensibilité à l'humidité et à l'usure lors du stockage.

Le critère de repose compare la mise en place d'un élément réemployé et d'un élément neuf. Par exemple, est-il nécessaire de modifier l'élément avant de le reposer (comme le découper aux bonnes dimensions) ? Faut-il faire une étape supplémentaire avant de l'intégrer au bâti ?

La jauge est présentée sur les fiches par matériaux (qui seront explicitées plus tard) :

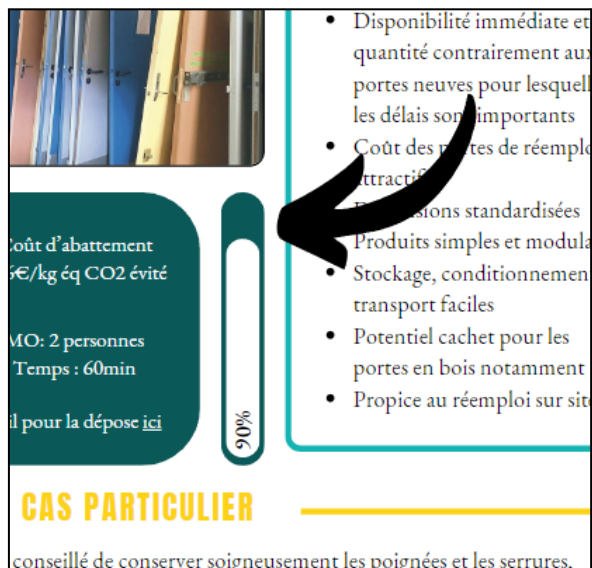


Figure 5 : Fiche par élément, comprenant les avantages, inconvénients, et les indicateurs dont la jauge de facilité

Source : Production de l'AP03

La jauge ainsi établie sert de comparatif entre les différents éléments réemployables. Plus la jauge est haute, plus l'élément est facilement réemployable.

5. La question des assurances

Le réemploi entraîne un double bouleversement, juridique et technique, et les repères habituels concernant la responsabilité sont perturbés. Les deux problématiques soulevées sont donc les suivantes :

- Vers qui se tourner en cas de défaut du produit ?
- Comment s'engager dans une démarche vertueuse avec une véritable garantie de la qualité du bâti ?

Afin de répondre à ces questions, un contrôleur technique de BTP Construction, la SMACL-dommages aux biens (Unité Nord-Est), ainsi que la MMA Responsabilité civile ont été contactés. Sans retour de leur part, la rédaction de la partie suivante s'est appuyée sur l'exploitation des ressources de la MAF, seule assurance permettant le réemploi à ce jour.

a. Assurer les matériaux réemployés

Définitions réglementaires : Réemployer un matériau, c'est intégrer un produit de construction déjà utilisé au moins une fois dans un nouvel ouvrage et dans une destination similaire. Pour le maître d'œuvre, l'objectif est de ne pas sortir de la définition du réemploi : la définition de ce dernier ne s'applique pas aux déchets.⁵

⁵ Source pour l'ensemble de cette partie : article de la MAF (Mutuelle des Architectes de France) « [Les biosourcés et le réemploi à l'épreuve des assurances](#) »

Toutefois, la qualification « d'usage identique » permet de s'en écarter légèrement dès lors que l'on qualifie la performance du matériau à réemployer. Deux cas se présentent :

- Soit les performances requises du matériau pour son usage dans le nouvel ouvrage sont identiques au précédent et il pourra être utilisé de la même manière dans le nouvel ouvrage ;
- Soit l'usage est identique mais les performances requises ne sont pas tout à fait les mêmes et le réemploi demeure possible si l'utilisation du produit change (l'exemple souvent utilisé est celui d'une porte coupe-feu qui ne peut être réemployée car elle a perdu son procès-verbal coupe-feu mais pourra servir de porte de distribution intérieure).

Les produits de construction réemployés relèvent de la garantie décennale dans les mêmes conditions de garantie que s'ils étaient neufs. C'est le cas par exemple du réemploi de radiateurs qui, ultérieurement à leur réemploi, pourraient fuir et générer un dommage. Par le biais de l'impropriété à destination (critère d'appréciation de la gravité d'un dommage), le dommage relève de la garantie décennale. Il n'a alors pas de possibilité de rechercher la responsabilité du fabricant, point qui pose particulièrement problème aux assureurs.

Pour les techniques courantes, les DTU (Documents Techniques Unifiés) constituent la référence en matière de règles de bonne exécution, même si certains de ces documents peuvent susciter quelques critiques au regard de leur vieillissement. Les techniques validées par la Commission Prévention Produits (C2P)⁶ sont également des références jugées fiables.

Techniques courantes et non courantes : cas particulier des matériaux biosourcés

Il existe un cas particulier : celui des matériaux biosourcés. Pour tous les assureurs (à l'exception de la MAF et de l'EUROMAF, filiale de la MAF pour les acteurs du BTP), le réemploi et le recours aux matériaux biosourcés relèvent généralement des techniques non courantes. Autrement dit, ces techniques ne sont pas couvertes par les contrats d'assurance. Leurs recours doivent faire l'objet de déclarations aux assureurs en vue de couvertures spécifiques, et feront donc l'objet de frais supplémentaires. Il existe néanmoins d'autres pistes pour ne pas se couper de toute innovation et permettre la mise en œuvre de techniques non courantes, par exemple à travers les référentiels suivants : les Avis Techniques (ATec) ; les Appréciations Techniques d'Expérimentation (ATEx) ; les Évaluations techniques européennes qui remplacent petit à petit les Agréments techniques européens ; les Enquêtes de Techniques Nouvelles (ETN) (que tous les assureurs ne reconnaissent pas).

b. Règles et conseils

Recommandations de la MAF à ses adhérents : à titre d'exemple, et pour la meilleure compatibilité possible avec les réglementations, la MAF adresse six recommandations à ses adhérents :

- « Le diagnostic est le premier stade pour l'identification de la ressource - PEMD (Produits, équipements, matériaux et déchets) ou autres, notamment lorsque les matériaux sont utilisés in situ ou sur un site à déconstruire déjà identifié ;
- En cas de recours à une plateforme de réemploi, les maîtres d'œuvre doivent favoriser les acteurs reconnus au sein d'une filière organisée ;
- Les matériaux sont validés par un acteur de confiance qui s'engage sur les capacités du produit à être réemployé (éventuellement par échantillonnage) ;

⁶ [Site de l'AQC](#)

- Le contrôleur technique doit être désigné le plus en amont possible, avec une mission spécifique réemploi pour participer à l'élaboration du projet et valider le choix des matériaux qui vont être réemployés ;
- Le recours au réemploi ainsi que ses conditions doivent être spécifiés dans le CCTP lorsque le gisement est connu, et envisagé lorsqu'il n'est pas encore identifié ;
- L'adhérent veille à ce que les autres intervenants du chantier soient assurés dans de bonnes conditions au regard du réemploi et des matériaux biosourcés. Et ceci pour qu'il ne soit pas le seul à supporter le risque de l'innovation, du réemploi et des matériaux biosourcés. »

Établissement de responsabilités : les matériaux biosourcés et de réemploi mis en œuvre dans une opération de construction relèvent dans un premier temps de la responsabilité des constructeurs au titre de la garantie décennale. Il s'agit au premier chef de la responsabilité de l'entreprise qui le met en œuvre ; le maître d'œuvre qui le prescrit peut également être considéré comme ayant contribué à la réalisation du sinistre.

L'architecte ou le bureau d'études dont c'est la mission doit garder à l'esprit que si la définition contractuelle n'est pas suffisante pour couvrir les travaux projetés, il est indispensable que le bureau d'études, ou l'entreprise concernée engage une discussion avec son assureur en amont du chantier pour obtenir une attestation spécifique (« spécifique » signifiant que le réemploi ou le biosourcé mis en œuvre sur le chantier est bien couvert par l'assurance). Ce dernier point est important : l'assureur doit avoir bien conscience du matériau mis en œuvre.

Le fabricant a une responsabilité qui relève d'un régime d'assurance facultative avec des règles qu'il détermine avec son assureur (voir la partie c. ci-dessous). Ces règles comprennent généralement des clauses opposables d'exclusion de garantie, des plafonds de garantie souvent assez faibles au regard de la diffusion du produit, et des clauses de franchises élevées.

Responsabilités des fabricants : le recours contre le fabricant est possible mais dans des conditions qui ne sont pas celles, assez larges, données par le législateur aux constructeurs dans le cadre de la garantie décennale. Les délais de mise en cause des fabricants sont beaucoup plus courts que celui de la décennale et les recours sont difficiles, en particulier lorsque le fabricant est étranger.

Les constructeurs peuvent difficilement compter sur la responsabilité des fabricants ou des négociants de matériaux.

c. Quels matériaux privilégier ?

Les matériaux de réemploi font actuellement l'objet d'un examen à la Fédération des assureurs, en concertation avec différents acteurs, pour déterminer les matériaux éligibles et les conditions dans lesquelles ils peuvent être assurés. En attendant la publication de cette liste, il est préférable de privilégier les matériaux issus des fiches FCRBE disponibles sur le site de l'ordre des architectes [en suivant ce lien](#)⁷, qui recensent les bonnes pratiques de réemploi par matériaux.

Les matériaux les moins à même d'être assurés correspondent souvent à des activités qui concernent des problématiques de santé (présence d'amiante dans le matériau), de sécurité (résistance au feu), de solidité (résistance mécanique).

⁷[36 fiches pratiques pour le réemploi des matériaux | Ordre des architectes](#)

d. Le rôle de la maîtrise d'ouvrage professionnelle

D'autres structures se sont créées pour intervenir sur des produits de seconde main en assurant la dépose, le nettoyage et le reconditionnement et en délivrant des garanties de fabricant et en les assurant comme tel. À titre d'exemple, l'entreprise Mobius située en Ile de France propose ce genre de services.⁸

Si le rôle de cette maîtrise d'ouvrage professionnelle doit être moteur, il faut rester vigilant à ce qu'elle ne s'immisce pas dans l'acte de construire. L'immixtion du maître de l'ouvrage dans l'opération de construction lorsqu'elle est fautive et provient d'un maître d'ouvrage « notoirement compétent » est une cause d'exonération de la responsabilité des constructeurs : tout ou partie du risque décennal est alors supporté par le maître de l'ouvrage.

B. Exploitation des résultats

Grâce aux méthodes, outils et données développés précédemment, des résultats ont été produits et analysés via des graphiques et fiches récapitulatives qui seront explicités dans cette partie.

1. Enveloppes et façades

La famille des enveloppes et façades est constituée des composants suivants :

- **Éléments de maçonnerie ;**
- **Bardages ;**
- **Poutres ;**
- **Dallage ;**
- **Éléments porteurs ;**
- **Murs.**

⁸ [MOBIUS - Réemploi](#)

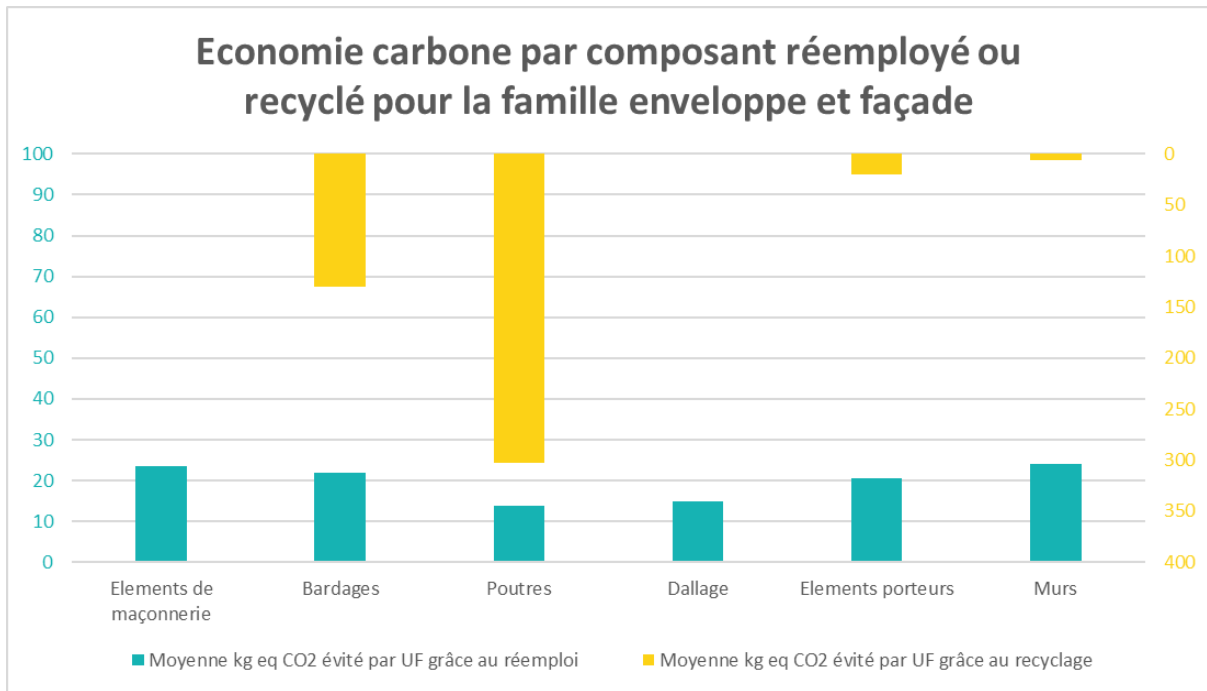


Figure 6 : Économie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille enveloppe et façade)

Source : Production de l'AP03, avec les données du CSTB et de la base INIES

Interprétation de la figure : en termes d'économies carbone

- En cas de réemploi, il vaut mieux privilégier l'utilisation d'éléments porteurs, de murs ou de bardages ;
- En cas de recyclage, il vaut mieux privilégier les poutres et les bardages.

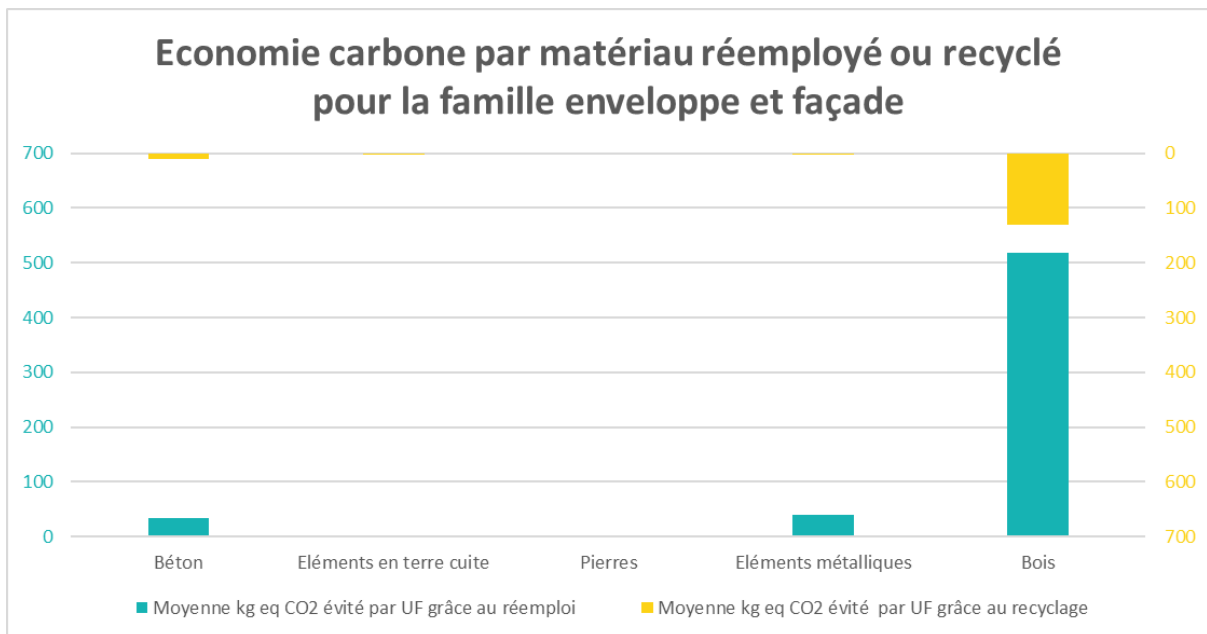


Figure 7 : Économie carbone par matériau réemployé ou recyclé (pour la famille enveloppe et façade)

Source : Production de l'AP03, avec les données du CSTB et de la base INIES

Interprétation de la figure : en termes d'économies carbone

- En cas de réemploi, il vaut mieux privilégier l'utilisation du bois ;
- En cas de recyclage, il faut également privilégier l'utilisation du bois.

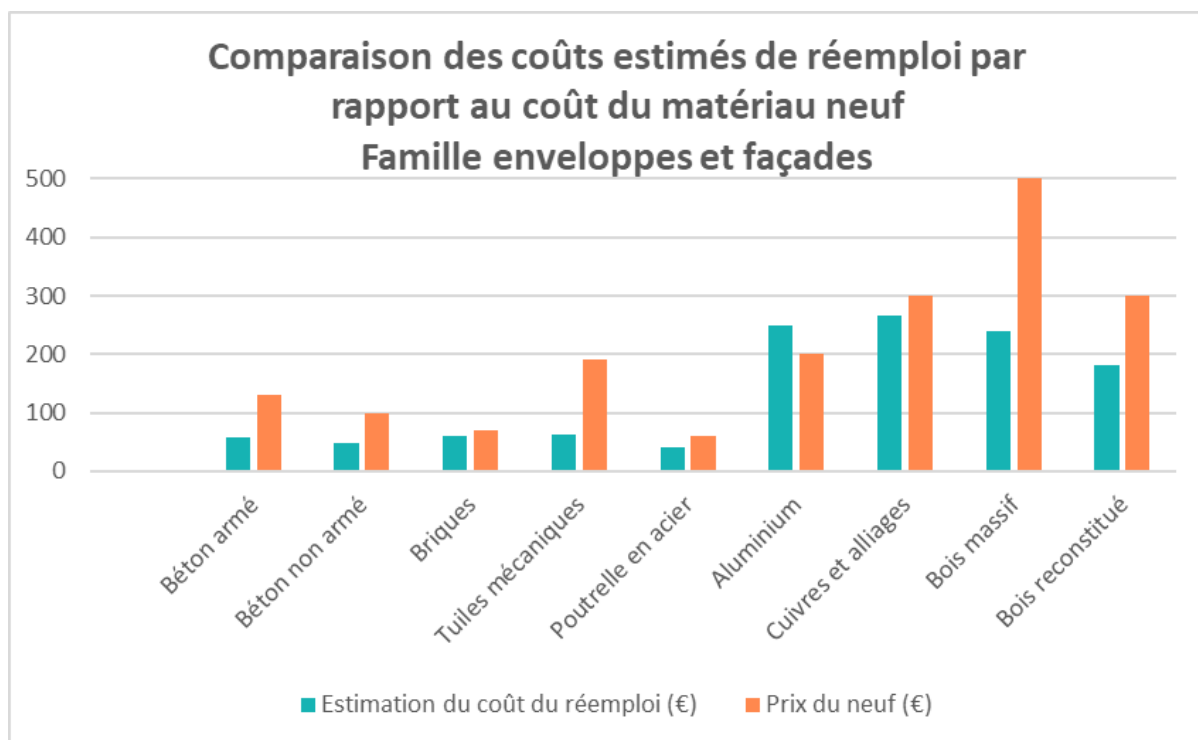


Figure 8 : Comparaison des coûts estimés de réemploi par rapport au coût du matériau neuf (pour la famille enveloppes et façades)

Source : Production de l'AP03

Interprétation de la figure : en termes d'économies financières

- En cas de réemploi, la rentabilité la plus élevée est obtenue avec l'utilisation de bois : bois massif (350€ de différence) ou bois reconstitué (190€). Les tuiles mécaniques sont également intéressantes (140€).

STRUCTURE BOIS



Coût d'abattement
1-47€/kg éq CO2 évité

Selon dimensions et
facilité d'accès à la
structure

Conseil pour la dépose [ici](#)

10%

AVANTAGES

- Durée de vie très longue
- Diversité des usages en réemploi

CAS PARTICULIERS

- Différenciation du bois massif et du bois lamellé collé
- Le bois non traité est recyclable

INCONVÉNIENTS

- Bois attaqué (mérule) non récupérable
- Règles de sécurité strictes pour le démontage de structure
- Diagnostic nécessaire: caractéristiques dimensionnelles, taux d'humidité, résistance mécanique, durabilité naturelle ou conférée du bois, classe d'emploi, résistance du collage, réaction au feu et émission de substances dangereuses pour la norme harmonisée EN 14080; peuvent être évaluées par des professionnels agréés

BÉTON



Coût d'abattement
0,35-3,01€/kg éq CO2 évité

Selon les éléments

10%

AVANTAGES

- Recyclage du béton par concassage : on obtient différents types de granulats
- Même prix et propriétés que béton classique

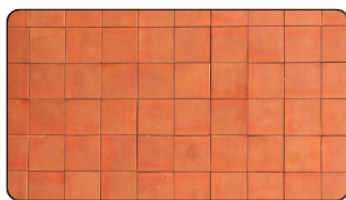
CAS PARTICULIERS

Une alternative au concassage est le réemploi d'éléments en béton (dalles découpées, poutres déposées) : réemploi de 100% de la matière mais main d'œuvre chère

INCONVÉNIENTS

- Beaucoup d'espace nécessaire
- Nuisances sonore
- La qualification du gisement nécessite un diagnostic
- Pas d'éléments issus de la structure du bâtiment
- Masse importante

ÉLÉMENTS EN TERRE CUITE



AVANTAGES

- Diversité des usages en réemploi
- Les tuiles en terre cuites sont présentes en grandes quantités sur le marché du réemploi

INCONVÉNIENTS

- La récupération des briques est une opération relativement lourde
- Les lots ne sont généralement pas homogènes
- Pour les lots de tuiles anciennes, le pourcentage de perte au moment de la dépose peut atteindre 40 %

🕒 Selon les éléments

Conseil pour la dépose [ici](#)

70%

CAS PARTICULIERS

Marché très développé en Belgique et aux Pays-Bas

POUTRES ET POUTRELLES EN ACIER



AVANTAGES

- Facilité de démontage
- Dégradation très limitée de ses caractéristiques techniques en phase d'usage et en conditions normales
- Se trouvent couramment en petites et moyennes quantités sur le marché du réemploi

INCONVÉNIENTS

- Nécessité d'engins de levage pour manipulation
- Risques de corrosion : précautions à prendre lors du stockage

💰 Coût d'abattement
€ 0,1-1,2€/kg éq CO2 évité

🕒 Selon dimensions et
facilité d'accès à la
structure

30%

CAS PARTICULIERS

Une alternative au concassage est le réemploi d'éléments en béton (dalles découpées, poutres déposées) : réemploi de 100% de la matière mais main d'œuvre chère

Conclusion globale pour la famille des enveloppes et façades

Au vu des analyses réalisées (coûts carbone et financiers, jauge de facilité), les conclusions suivantes ont été élaborées :

- En cas de réemploi, l'utilisation du bois (massif et reconstitué) est rentable, en particulier à travers des ouvrages comme des éléments porteurs (poutres) ou des bardages.
- En cas de recyclage, l'utilisation du bois est également conseillée.

2. Revêtements

La famille des revêtement est constituée des composantes suivantes :

- Revêtement pour murs et plafonds ;
- Revêtement sols durs ;
- Revêtement sols souples.

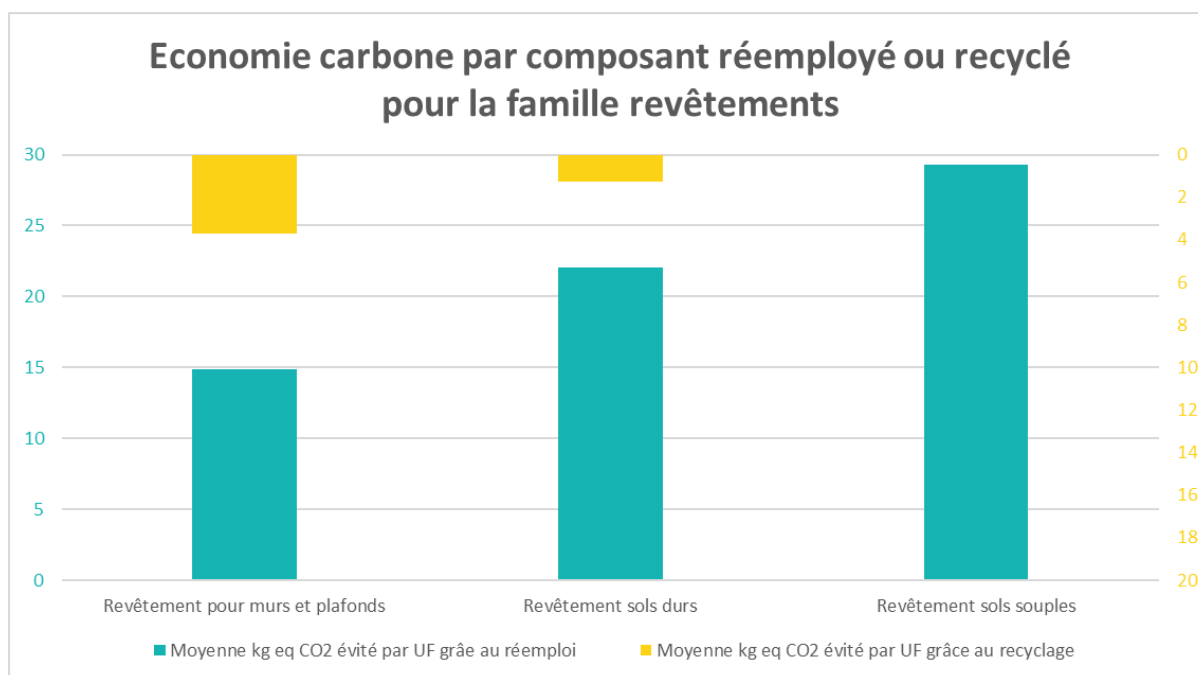


Figure 9 : Economie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille des revêtements)

Source : Production de l'AP03, avec les données du CSTB et de la base INIES

Interprétation de la figure : en termes d'économies carbone

- En cas de réemploi, il vaut mieux privilégier l'utilisation de revêtements de sols souples
- En cas de recyclage, il vaut mieux privilégier les revêtements pour les murs et les plafonds.

Le graphique de l'économie carbone par matériaux n'a pas été analysé car il n'est pas adapté aux données recensées pour cette famille.

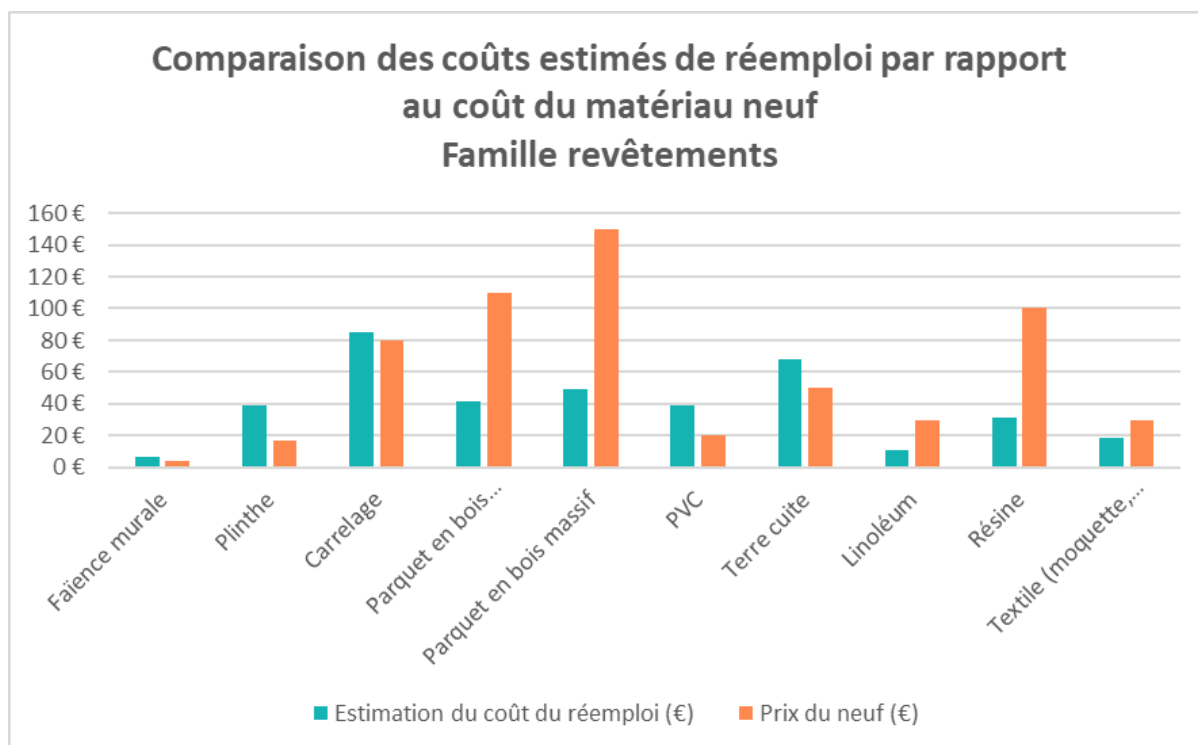


Figure 10 : Comparaison des coûts estimés de réemploi par rapport au coût du matériau neuf (pour la famille revêtements)

Source : Production de l'AP03, avec les données du tableau coûts de l'AP03

Interprétation de la figure : en termes d'économies financières

- En cas de réemploi, la rentabilité la plus élevée est obtenue avec l'utilisation de parquets en bois massif (100€). La résine est également intéressante (70€), ainsi que le parquet en bois contrecollé (65€).

REVETEMENT

PLANCHERS ET PARQUETS



Coût d'abattement
3-9,5€/kg éq CO2 évité



MO: 1 personne
Temps : 10min/m²

Conseil pour la dépose [ici](#)

90%

AVANTAGES

- Grande valeur esthétique et patrimoniale
- Intérêt économique car prix du bois neuf important

INCONVÉNIENTS

- Le potentiel de réemploi dépend du type, du mode de pose du parquet/plancher
- Peu de gisement
- Sensible au temps

CAS PARTICULIERS

Les parquets/planchers collés sont difficiles à récupérer

CARREAUX CERAMIQUES/CIMENT/TERRE CUITE



Coût d'abattement
0,3-4,7€/kg éq CO2 évité



MO: 1 personne
Temps : 30min/m²

Conseil pour la dépose [ici](#)

80%

AVANTAGES

- Gisement significatif
- Intérêt esthétique
- Très résistant
- Forte valeur sur le marché

INCONVÉNIENTS

- Difficile à récupérer (démontage difficile et peu de carreaux entiers)
- Matériaux poreux
- Le réemploi dépend de l'état de la couche émaillée

CAS PARTICULIER

Possibilité de créer une mosaïque avec des carreaux non uniformes

PVC/LINO



Coût d'abattement
0,4-1,5€/kg éq CO2 évité



MO et temps :
dépend du mode de
pose

70%

AVANTAGES

- Gisement très important

INCONVÉNIENTS

- Souvent en mauvais état
- Difficilement démontable, ce qui engendre de forts coûts
- Matériau peu durable
- Traces d'amiante dans la colle

CAS PARTICULIER

Les PVC et lino clipsés sont plus faciles à récupérer que ceux collés

TEXTILE (MOQUETTE..)



Coût d'abattement
0,4€/kg éq CO2 évité



MO et temps :
dépend du mode de
pose

50%

AVANTAGES

- Gisement non négligeable mais qui diminue

INCONVÉNIENTS

- Matériau peu durable
- Peu de demande
- Traces d'amiante dans la colle

CAS PARTICULIER

- Le potentiel de réemploi dépend des modes de poses (plus faible pour les moquettes collées), des dimensions et de l'état général.
- Les dalles de moquettes se prêtent plus au réemploi que les rouleaux

PIERRE



AVANTAGES

- Pratique courante
- Élément réemployable facilement
- Forte valeur économique et patrimoniale

INCONVÉNIENT

- Dépose soignée pour ne pas abîmer les lots



Coût d'abattement
0€/kg éq CO2 évité



MO : 1 personne
Temps : 30min/m²

Conseil pour la dépose ici

90%

CAS PARTICULIERS

Les dimensions et valeurs des différentes pierres sont très variables

Conclusion globale pour la famille des revêtements :

Au vu des analyses réalisées (coûts carbone et financiers, jauge de facilité), les conclusions suivantes ont été élaborées :

- En cas de réemploi, là où les sols souples sont les plus pertinents pour les économies carbone, ils ne sont pas rentables financièrement. Les parquets sont quant à eux très rentables économiquement et bien que les économies carbone soient plus faibles que les sols souples, ils semblent les plus pertinents à réemployer au vu de cette étude croisée.
- En cas de recyclage, il faut favoriser les revêtements pour murs et plafonds tels que les faïences, le carrelage et les éléments en terre cuite.

3. Menuiseries

La famille des menuiseries est constituée des composantes suivantes :

- **Portes et portails ;**
- **Fenêtres ;**
- **Volets ;**
- **Garde-corps.**

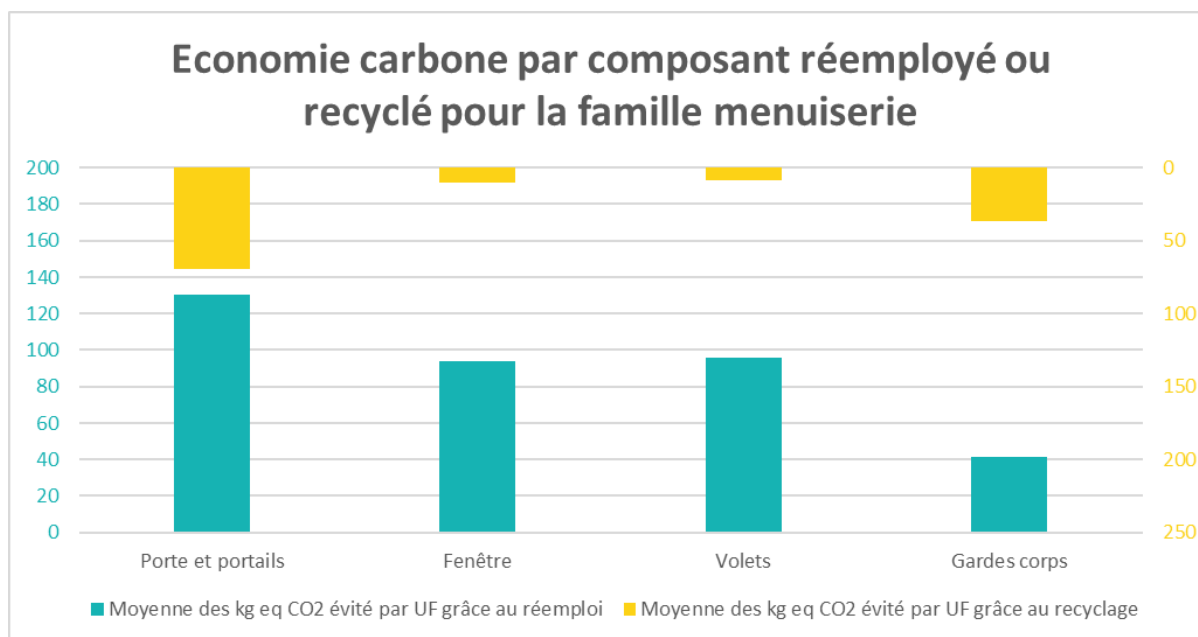


Figure 11 : Economie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille menuiserie)

Source : Production de l'AP03, avec les données du CSTB et de la base INIES

Interprétation de la figure : en termes d'économies carbone

- En cas de réemploi, il vaut mieux privilégier l'utilisation de portes et portails.
- En cas de recyclage, il vaut mieux également privilégier l'utilisation de portes et portails. Les garde-corps sont également intéressants.

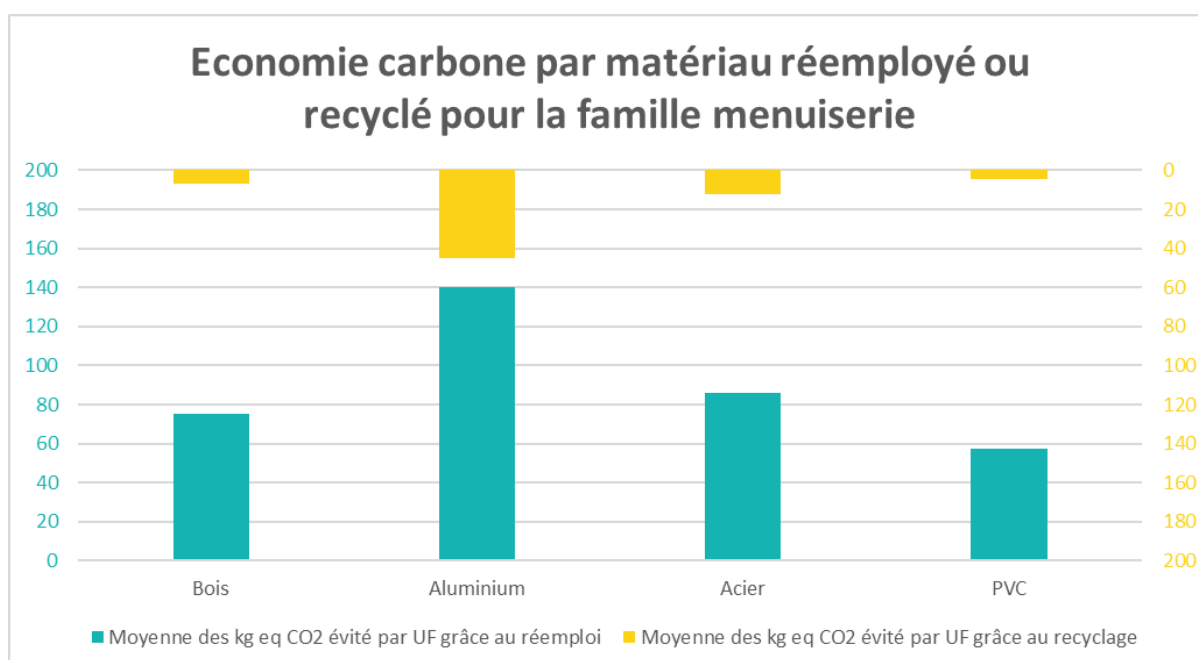


Figure 12 : Economie carbone par matériau réemployé ou recyclé (pour la famille menuiserie)

Source : Production de l'AP03, avec les données du CSTB et de la base INIES

Interprétation de la figure : en termes d'économies carbone

- En cas de réemploi, il vaut mieux privilégier l'utilisation de l'aluminium ;

- En cas de recyclage, il vaut mieux privilégier l'utilisation de l'aluminium ou de l'acier.

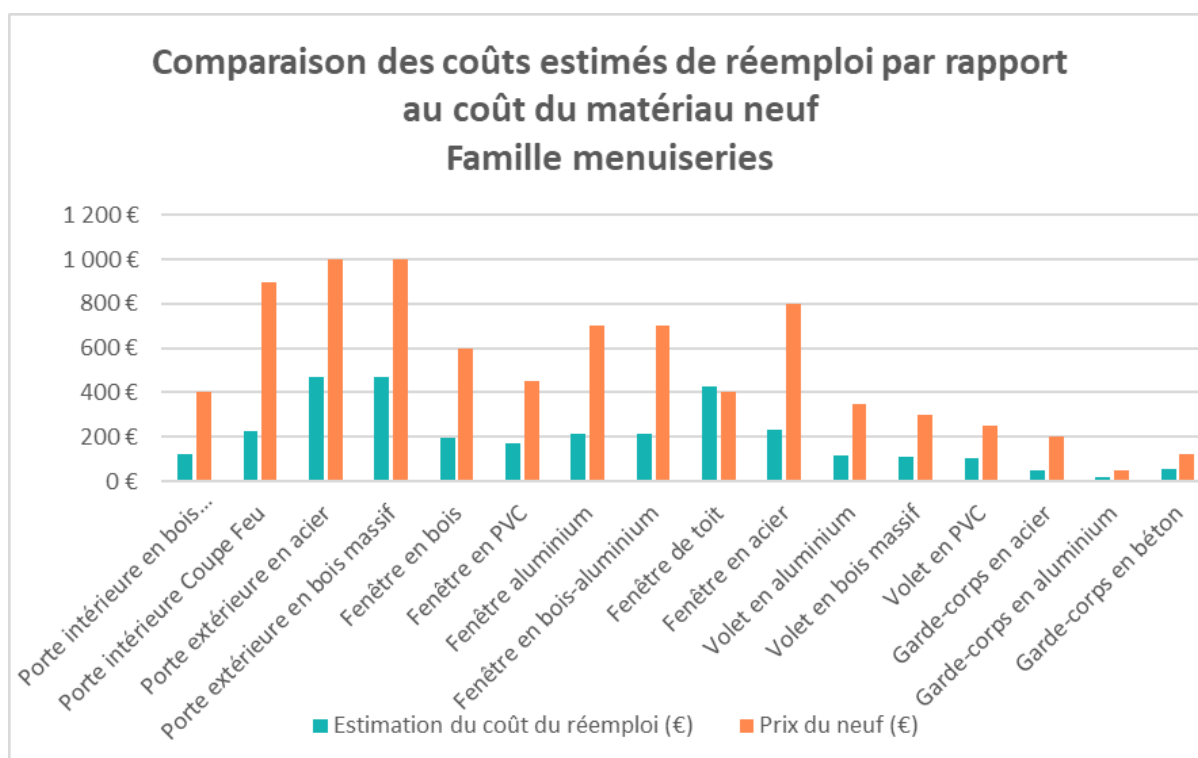


Figure 13 : Comparaison des coûts estimés de réemploi par rapport au coût du matériau neuf (pour la famille menuiseries)

Source : Production de l'AP03, avec les données du tableau coûts de l'AP03

Interprétation de la figure : en termes d'économies financières

- En cas de réemploi, la rentabilité la plus élevée est obtenue avec l'utilisation de portes extérieures en acier (530€) ou en bois massif (530€). Les fenêtres en acier sont également intéressantes (370€) ainsi que celles en aluminium ou bois-aluminium (500€).

PORTES



Coût d'abattement
3-6€/kg éq CO2 évité



MO: 2 personnes
Temps : 60min

Conseil pour la dépose [ici](#)

90%

AVANTAGES

- Disponibilité immédiate et en quantité contrairement aux portes neuves pour lesquelles les délais sont importants
- Coût des portes de réemploi attractif
- Dimensions standardisées
- Produits simples et modulables
- Stockage, conditionnement et transport faciles
- Potentiel cachet pour les portes en bois notamment
- Propice au réemploi sur site

INCONVÉNIENTS

- Design parfois daté
- Peu de bois massif - environ 2% des portes
- Usure due à la faible qualité des portes cloisons agglomérée
- Difficulté de dépose de l'hubriserie et de la serrurerie
- Pas de standardisation pour les gonds
- Manque de connaissance technique pour réaliser les déposes chez les artisans
- Les encadrements en bois reconstitués sont difficilement récupérables
- Il faut mandater l'entreprise en charge de la pose à l'origine pour réaliser la dépose puis l'installation pour préserver la garantie

CAS PARTICULIER

Il est conseillé de conserver soigneusement les poignées et les serrures, même défectueuses, afin de pouvoir, le cas échéant, retrouver le modèle correspondant

FENÊTRES



Coût d'abattement
1,5-4€/kg éq CO2 évité



MO: 2 personnes
Temps : 40min

Conseil pour la dépose [ici](#)

40%

AVANTAGES

- Dépose facile
- Séparation propre des matériaux : la quincaillerie pourrait être valorisée
- Potentiel cachet du bois
- Solution de recyclage facile

INCONVÉNIENTS

- Obsolescence forte avec les aléas du temps
- Intérêt faible de l'ancien au vu des performances thermiques
- Peu de gisement des fenêtres en bois par rapport aux fenêtres en PVC
- Coût carbone du recyclage élevé à cause de la calcination du verre

CAS PARTICULIER

Seuls les bois non peints et non traités pourront être vraiment recyclés, le reste sera majoritairement incinéré

FERRONNERIE



Coût d'abattement
1,5€/kg éq CO2 évité

MO et temps :
dépend des fixations
et de la taille

Conseil pour la dépose [ici](#)

90%

AVANTAGES

- Dépose et repose facile
- Découpe et soudage plutôt aisé
- L'ancien est souvent de meilleure qualité que le neuf, à prix égal
- Qualification simple par auto-contrôle

INCONVÉNIENTS

- Gisement relativement faible
- Présence fréquente de plomb
- Design parfois daté

CAS PARTICULIER

Interdiction de repose des garde-corps de toitures lestés

Conclusion globale pour la famille des menuiseries :

Au vu des analyses réalisées (coûts carbone et financiers, jauge de facilité), les conclusions suivantes ont été élaborées :

- En cas de réemploi, il faudra privilégier les portes et portails ainsi que les métaux tels que l'acier et l'aluminium. De manière générale, les menuiseries sont propices à être réemployées car elles sont toutes rentables (c'est en particulier le cas pour les portes).
- En cas de recyclage, les portes et portails en aluminium sont les options les plus pertinentes dans le domaine des menuiseries.

4. Equipements

La famille des équipements est constituée des composants suivants :

- **Ameublement et lampes ;**
- **Cuvettes et éviers ;**
- **Douches et baignoires ;**
- **Radiateurs ;**
- **Composantes électriques.**

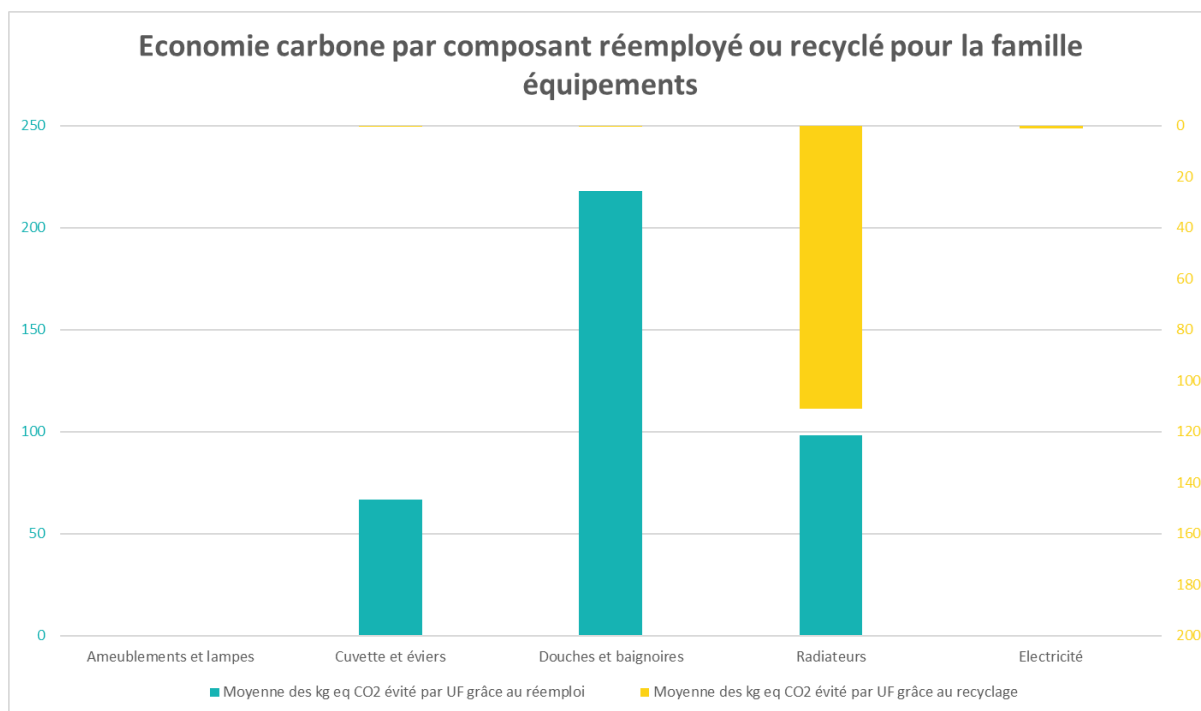


Figure 14 : Economie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille équipements)

Source : Production de l'AP03, avec les données du CSTB et de la base INIES

Interprétation de la figure : en termes d'économies carbone

- En cas de réemploi, il vaut mieux privilégier l'utilisation de douches et de baignoires
- En cas de recyclage, il vaut mieux privilégier les radiateurs.

Le graphique de l'économie carbone par matériaux n'a pas été analysé car il n'est pas adapté aux données recensées pour cette famille.

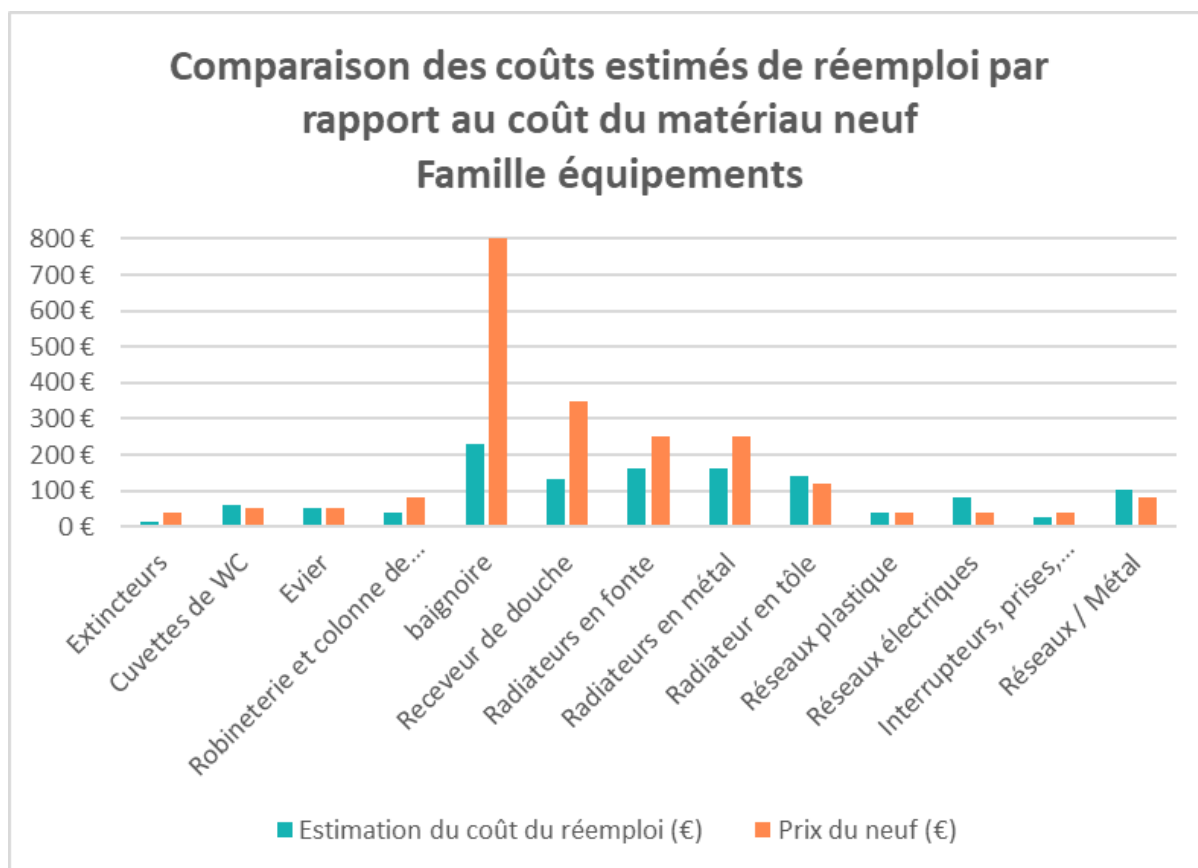


Figure 15 : Comparaison des coûts estimés de réemploi par rapport au coût du matériau neuf (pour la famille équipements)

Source : Production de l'AP03, avec les données du tableau coûts de l'AP03

Interprétation de la figure : en termes d'économies financières

- En cas de réemploi, la rentabilité la plus élevée est obtenue avec l'utilisation de baignoires (770€), de loin.

EQUIPEMENTS

AMEUBLEMENT



MO: 2 personnes
Temps : 120min pour un
meuble encastré

Conseil pour la dépose [ici](#)

100%

AVANTAGES

- Réemploi existe pour le mobilier de bureaux professionnels
- Existe chez les particuliers
- Possibilité de remise en état

INCONVÉNIENTS

- Objet en réemploi : souvent hors de portée des bailleurs

LAMPES



MO: 1 personnes
Temps : 10 min

Conseil pour la dépose [ici](#)

90%

AVANTAGES

- Luminaires considérés comme une des premières filières de réemploi qui pourrait faire l'objet de règles professionnelles d'après des assureurs

INCONVÉNIENTS

- Concurrence avec la reprise gratuite par les DEEE

CUVETTES ET EVIERS



Coût d'abattement
0,5-1,4€/kg eq CO2 évité



MO: 1 personne
Temps : 40 min

Conseil pour la dépose [ici](#) pour les cuvettes et [ici](#) pour les éviers

50%

AVANTAGES

- Bon état généralement
- Revente facile
- Dépose et reconditionnement plutôt aisé
- Blanchiment et détartrage plutôt simples (24h dans un bain de vinaigre et bicarbonate)
- Forte demande pour du réemploi
- Peu de risque de panne
- Produits très standardisés
- Les anciens lavabos sont souvent plus résistants

INCONVÉNIENTS

- Besoin de curer correctement (amiante)
- Freins psychologiques sur le réemploi, alors même qu'on peut rénover un sanitaire à neuf
- Stockage complexe car fragile
- Précaution à prendre : retrait du mécanisme chasse d'eau pour éviter les pannes

CAS PARTICULIER

Prix d'un WC en réemploi autour de 40€/unité contre 100€ neuf

DOUCHES ET BAIGNOIRES



Coût d'abattement
0,08-1,1€/kg eq CO2 évité



MO: 2 personnes
Temps : 120 min

Conseil pour la dépose [ici](#)

30%

AVANTAGES

- Peu sensible à l'usure
- Revente facile
- Dépose et reconditionnement plutôt aisé
- Blanchiment et détartrage plutôt simples (24h dans un bain de vinaigre et bicarbonate)
- Peu de risque de panne
- Produits très standardisés
- Forte demande pour du réemploi

INCONVÉNIENTS

- Besoin de curer correctement (amiante)
- Freins psychologiques sur le réemploi, alors même qu'on peut rénover un sanitaire à neuf
- Stockage complexe car fragile
- Précaution à prendre : retrait du mécanisme d'évacuation de l'eau pour éviter les pannes

RADIATEURS



Coût d'abattement
1,4€/kg eq CO2 évité

MO: 2 personnes
Temps : 60 min

Conseil pour la dépose [ici](#)

70%

AVANTAGES

- Très bon prix de vente 1000€/radiateur en fonte, supérieur au prix de vente de radiateur métallique (plus efficace)

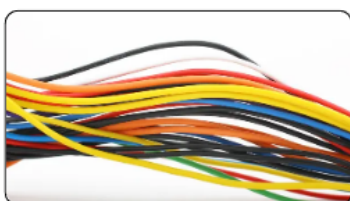
CAS PARTICULIERS

- Réemploi pour les radiateurs en fonte et électriques les plus performants
- Recyclage pour les radiateurs métalliques

INCONVÉNIENTS

- Poids (transport, dépose)
- Reconditionnement : démonter, vérifier les fuites, sabler, peindre
- Attention à la peinture au plomb pour les radiateurs en fonte
- Stockage
- Précaution à prendre : à vider pour éviter le gel

MATERIEL ELECTRIQUE



MO: 1-2 personnes
Temps : 10-30 min

Conseil pour la dépose des prises et des interrupteurs [ici](#)

80%

AVANTAGES

- Forte valeur du cuivre
- Intérêt pour le secteur de l'ESS

Pour les interrupteurs, prises, tableaux électriques, disjoncteurs :

- Pratique pour des bailleurs dotés de régie pour assurer un stock en rotation
- Facilité technique de dépose et de reconditionnement
- Peu de problème de stockage : petit volume
- Moins d'enjeux sécuritaires

INCONVÉNIENTS

- Gisement rare
- Souvent en mauvais état
- Extrêmement coûteux en main d'oeuvre pour réaliser une dépose préservante

Pour les disjoncteurs :

- Doivent être démontés
- Absence de garantie (seul cas de repose : si on possède le DOE de réhabilitation)

CAS PARTICULIERS

- Très bon prix de revente : cuivre gainé 2k€/t et cuivre brut 6k€/t
- Recyclage des métaux & PVC rigide
- De nombreux éléments comportent du métal et peuvent être recyclés: plomberie, volets/stores, couvertures, bardages extérieurs, systèmes d'évacuation d'eau pluviale, agencements intérieurs, clôtures extérieures, gaines, plafonds, plinthes, menuiseries, équipements sanitaires, murs rideaux, isolants, câbles et chemins électriques

Conclusion globale pour la famille des équipements : au vu des analyses réalisées (coûts carbone et financiers, jauge de facilité), les conclusions suivantes ont été tirées:

- En cas de réemploi, les baignoires et radiateurs sont les plus propices au réemploi d'un point de vue économique et environnemental. Les receveurs de douche restent intéressants même si moins efficaces. Par manque de données, les sanitaires n'ont pas été intégrés aux résultats mais leur réemploi est de plus en plus fréquent sur les chantiers.
- En cas de recyclage, seuls les radiateurs se démarquent et promettent des résultats satisfaisants.

5. Couverture étanchéité

La famille couverture étanchéité est constituée des composantes suivantes :

- **Éléments de couverture en grands éléments ;**
- **Éléments de couverture en petits éléments.**

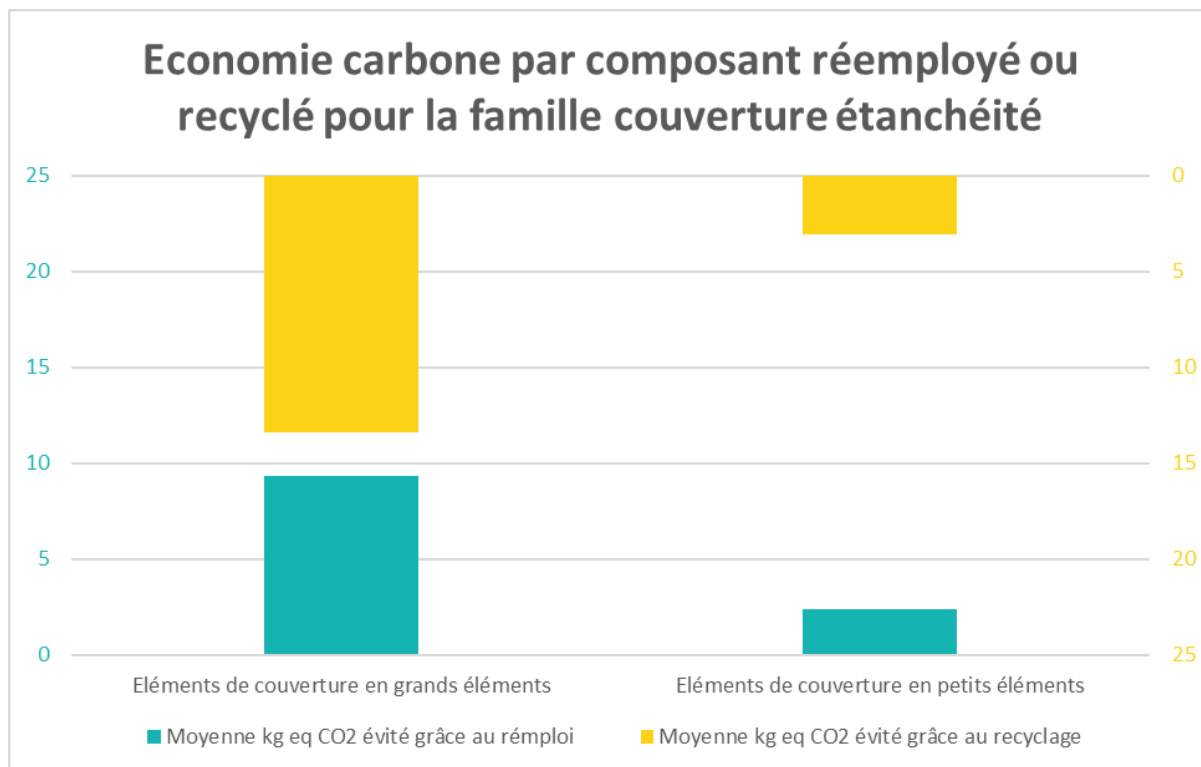


Figure 16 : Economie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille couverture/étanchéité)

Source : Production de l'AP03, avec les données du CSTB et de la base INIES

Interprétation de la figure : en termes d'économies carbone

- En cas de réemploi, ou de recyclage, il vaut mieux privilégier l'utilisation d'éléments de couverture en grands éléments.

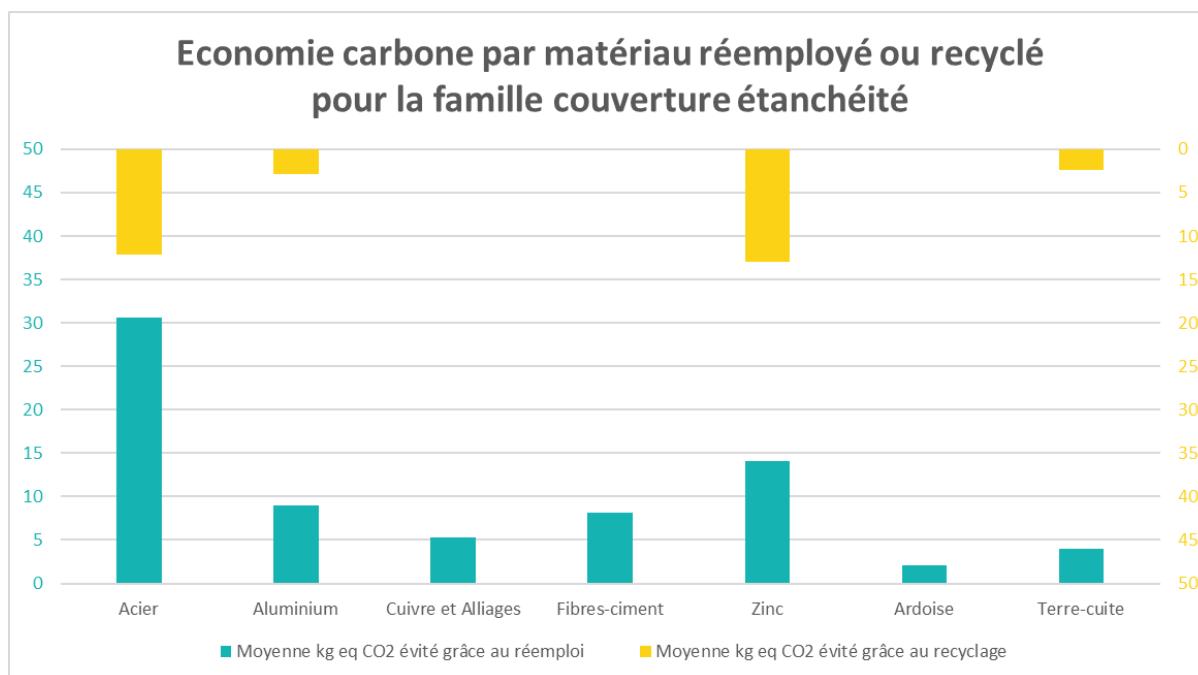


Figure 17 : Economie carbone par matériau réemployé ou recyclé (pour la famille couverture/étanchéité)

Source : Production de l'AP03, avec les données du CSTB et de la base INIES

Interprétation de la figure : en termes d'économies carbone

- En cas de réemploi, il vaut mieux privilégier l'utilisation d'acier ou de zinc;
- En cas de recyclage, il vaut mieux également privilégier le zinc ou l'acier; l'aluminium et la terre cuite sont également intéressants.

Concernant les coûts, les données étaient trop hétérogènes ou insuffisantes pour présenter une synthèse efficace.

Conclusion globale pour la famille des couvertures et étanchéité : au vu des analyses réalisées (coûts carbone, financiers, jauge de facilité), les conclusions suivantes ont été élaborées :

- En cas de réemploi, les éléments de couverture en grands éléments en acier et en zinc sont particulièrement efficaces.
- En cas de recyclage, les mêmes résultats sont observés.

Ces analyses sont uniquement basées sur les données coût carbone/financier, mais ne prennent pas en compte les conditions de dépose, le temps de vie des matériaux, etc par manque de données.

6. Isolation

La famille des isolants est constituée des composantes suivantes :

- **Caissons chevronnés, panneaux de toiture ;**
- **Entrevous, hourdis isolants ;**
- **Isolants thermiques et acoustiques pour murs ;**
- **Isolants thermiques et acoustiques pour combles ;**
- **Isolants thermiques et acoustiques en vrac ;**
- **Isolants thermiques et acoustiques pour toitures terrasses ;**
- **Isolants thermiques et acoustiques sous chape ;**
- **Isolation répartie non porteuse.**

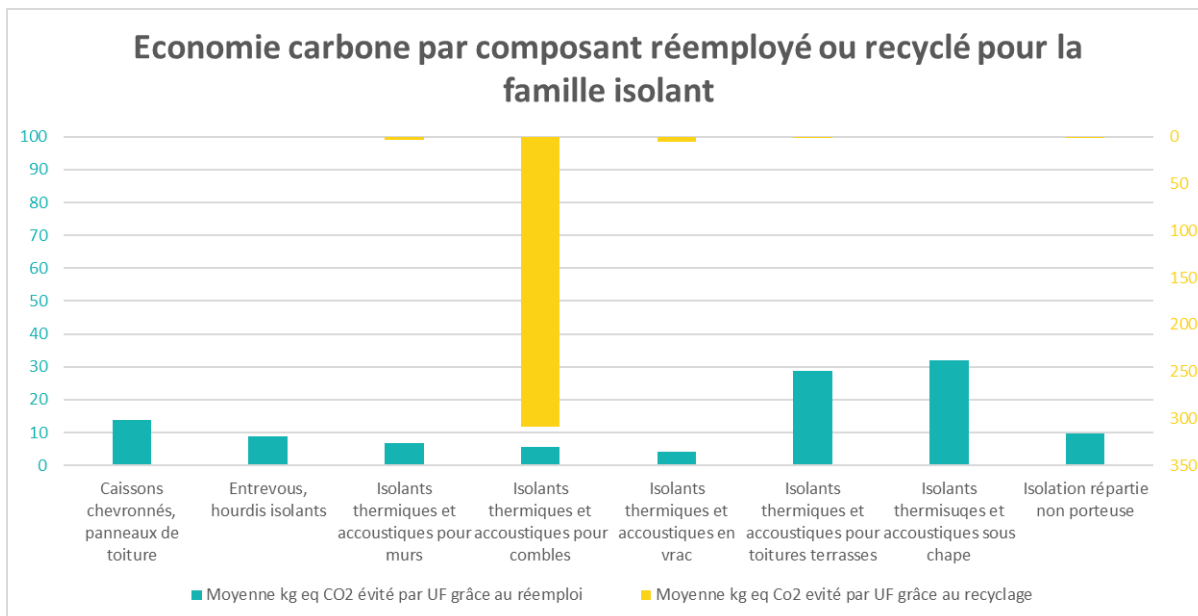


Figure 18 : Economie carbone par composant réemployé ou recyclé (pour la famille des isolants)

Source : Production de l'AP03, avec les données du CSTB et de la base INIES

Interprétation de la figure : en termes d'économies carbone

- En cas de réemploi, il vaut mieux privilégier l'utilisation d'isolants thermiques et acoustiques pour toiture
- En cas de recyclage, les isolants thermiques et acoustiques pour combles sont à privilégier.

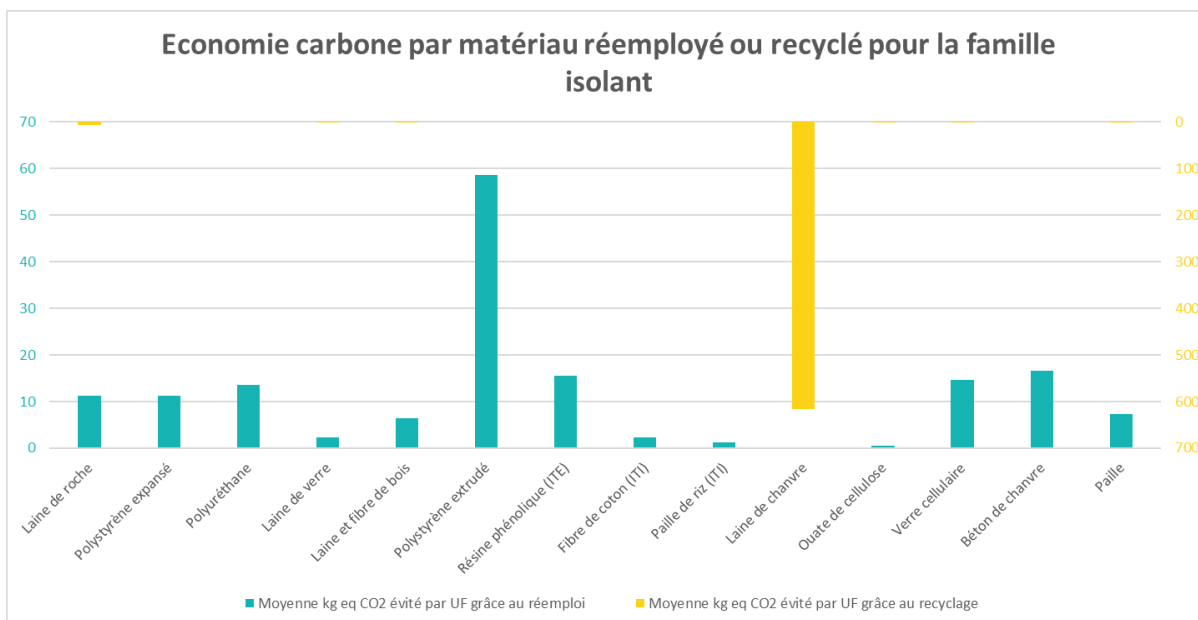


Figure 19 : Economie carbone par matériau réemployé ou recyclé (pour la famille des isolants)

Source : Production de l'AP03, avec les données du CSTB et de la base INIES

Interprétation de la figure : en termes d'économies carbone

- En cas de réemploi, il vaut mieux privilégier l'utilisation de polystyrène extrudé.
- En cas de recyclage, la laine de chanvre est à privilégier.

ISOLANTS



AVANTAGES

- Dépose facile
- Réemploi fréquent
- Découpe facile donc peut s'adapter à tout format

INCONVÉNIENT

- Difficulté à garantir les caractéristiques propres à l'isolant (résistance thermique R et conductivité thermique λ) et donc d'assurer son efficacité optimale



MO et temps :
dépend du mode de
pose et du type
d'isolant

Conseil pour la dépose [ici](#)

90%

CAS PARTICULIER

Les isolants en panneaux sont plus facilement réemployable que ceux en vrac

Concernant les coûts, les données étaient trop hétérogènes ou insuffisantes pour présenter une synthèse efficace. De plus, cette figure montre la limite de notre hypothèse sur le module D, notamment sur le chanvre où les données sont discutables.

Conclusion globale pour la famille des isolants : au vu des analyses réalisées (coûts carbone et financiers, jauge de facilité), les conclusions suivantes ont été élaborées :

- En cas de réemploi, les isolants thermiques et acoustiques pour toitures terrasses et sous chapes sont les plus pertinents d'un point de vue économie carbone. Le polystyrène extrudé est très pertinent pour le réemploi car très polluant à sa production.
- En cas de recyclage, les isolants thermiques et acoustiques pour combles, notamment en laine de chanvre, sont les plus intéressants.

C. Conclusion et analyse globale des avantages/inconvénients du réemploi

Cette étude prouve que le réemploi est une solution viable d'un point de vue financier et écologique pour la plupart des matériaux étudiés. Malgré la pertinence de cette classification, il faut faire attention à certains points :

- Des données sont toujours manquantes, et ne permettent pas une exhaustivité complète ;
- Des approximations ont été faites pour produire des résultats et des comparaisons, notamment pour le recyclage (voir module D). Ces données devront être mises à jour en parallèle du développement de la filière ;
- L'outil jauge a été basé sur des critères subjectifs qui peuvent être améliorés et précisés à tout moment via le tableau de la jauge de facilité ;
- Une attention particulière doit être portée à l'interprétation de cette classification : par exemple l'aluminium est très bénéfique pour le réemploi car il permet d'éviter beaucoup de kg éq CO₂. En effet, il en émet beaucoup lors de sa production initiale. En conséquence « miroir », il est à proscrire en achat neuf ;
- Il faut être vigilant à l'effet d'aubaine. Une volonté de réemployer pour afficher un pourcentage avantageux de matériaux réemployés sur un projet peut conduire à une surconsommation inutile et contre productive de matière et de matériaux.

Néanmoins, les résultats de cette étude sont très prometteurs. Les outils développés (les différents graphiques, la jauge de facilité et les fiches matériaux) permettent, en un coup d'œil, d'avoir accès à des informations concernant les enjeux environnementaux, financiers et d'opérationnalité clés pour la structuration de la filière du réemploi. La prise de décision devient alors plus facile, rapide et encourage les démarches en faveur de l'économie circulaire dans le domaine du bâtiment.

SIG

SPATIALISATION DES ACTEURS

La spatialisation des multiples acteurs a été réalisée par le biais du SIG (Système d'information géographique). En effet, le SIG est un outil permettant d'effectuer diverses analyses et requêtes sur la base des données spatiales. Mais, c'est surtout un outil permettant de se rendre compte de l'état actuel des différentes filières.

1. Cartes

a. Représentation des établissements

Dans un premier temps, une carte permettant de spatialiser l'ensemble des acteurs de la BDD a été réalisée. Ils sont représentés par des cercles gris. Sur l'ensemble des cartes produites, l'EPFLO et le réseau Canopée sont signifiés par des carrés verts (clair et foncé) et leurs chantiers par des triangles orangés. Environ 500 acteurs du BTP répartis sur 6 départements liés à notre étude ont pu être recensés. La division départementale est représentée en rouge sur nos cartes : la Marne, l'Oise, le Pas-De-Calais, la Somme, l'Aisne et le Nord.

Situation au 19 avril 2023 de l'ensemble des acteurs de l'économie circulaire (secteur du bâtiment)

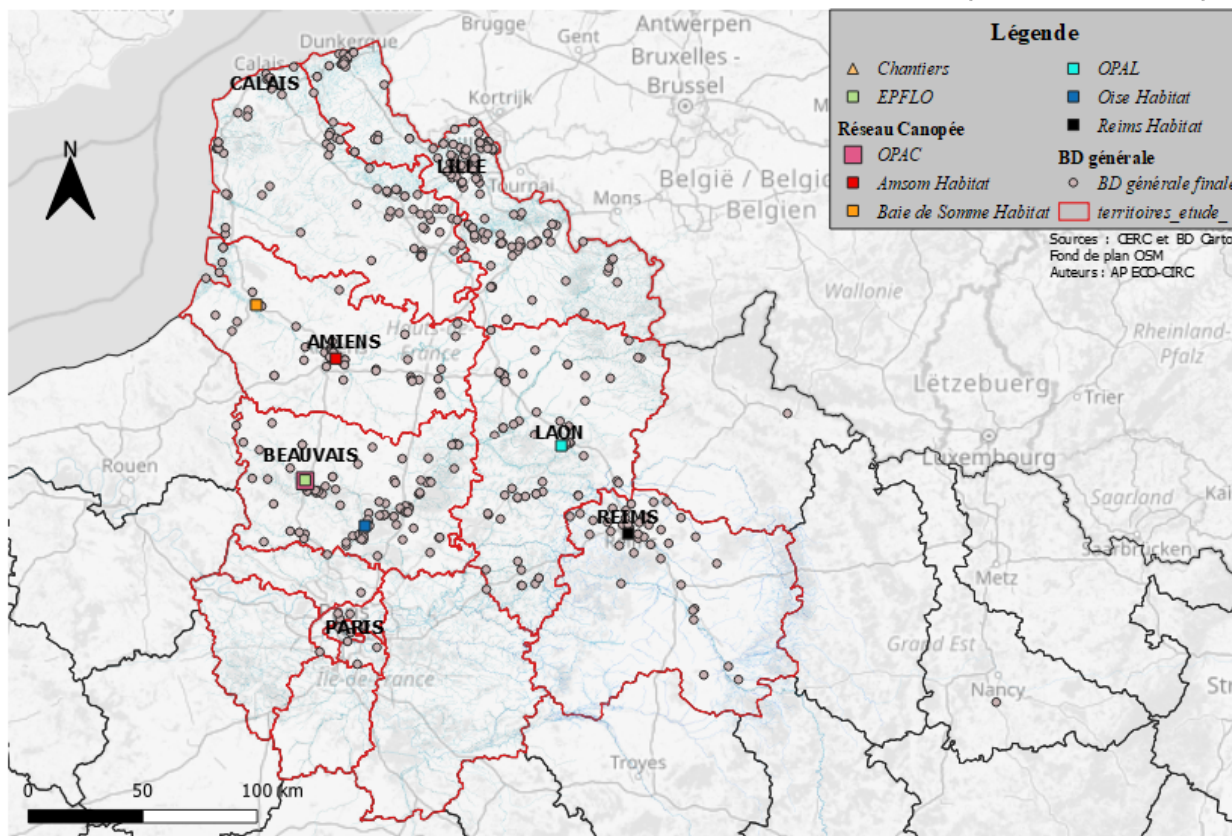


Figure 20 : Représentation de l'ensemble des données récoltées dans les régions Hauts-de-France, Ile-De-France et Rémoise

Source : Production de l'AP03

Dans un second temps, des cartes en fonction du **type d'établissement** ont été créées. Les acteurs en questions sont : les centres de tri, de recyclage et d'enrobage, les associations, les carrières, les entreprises de réemploi, de démolition et de déconstruction, les écosites, les distributeurs, les ISDI, les ISDND, les recycleries, les lieux de stockage et d'autres acteurs divers. Ci-après, la carte localise les centres de recyclage dans les régions Hauts-De-France, Ile-De-France et Rémoise. La totalité des cartes par type d'établissement est disponible en annexe.

Situation au 19 avril 2023 des centres de recyclage impliqués dans l'économie circulaire (secteur du bâtiment)

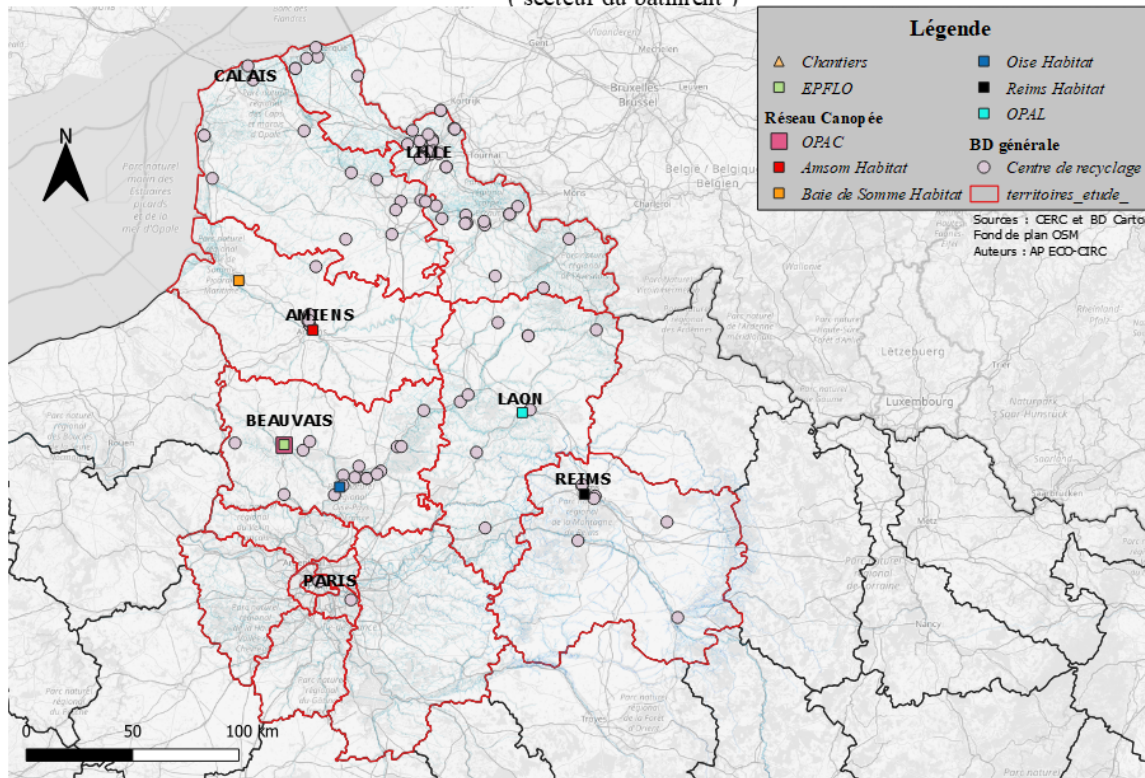


Figure 21 : Carte représentant les centres de recyclages recensés dans les régions Hauts-de-France, Ile-De-France et Rémoise

Source : Production de l'AP03

b. Constat et analyse spatiale, regard critique sur les cartes

L'analyse des acteurs recensés dans la base de données permet de mettre en évidence la répartition et la typologie de ces acteurs. Il s'agira de s'intéresser aux analyses globales, par filière, par type d'établissement, par catégorie de matériaux et par département.

Analyses globales

L'analyse de la répartition des acteurs recensés sur le territoire révèle que les acteurs de la région Hauts-de-France se répartissent assez équitablement parmi les cinq départements. Une certaine prépondérance pour le département du Nord s'explique par la forte concentration d'acteurs dans la région lilloise. Quelques acteurs hors zone d'étude ont également été recensés, notamment en région parisienne.

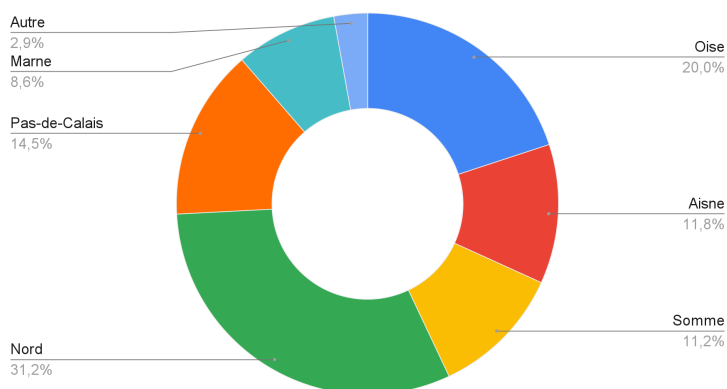


Figure 22 : Distribution des acteurs de la filière de l'économie circulaire du bâtiment par département (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

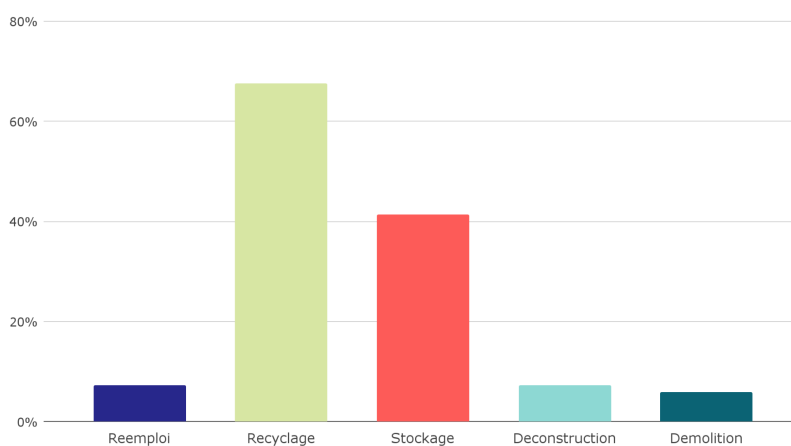


Figure 23 : Distribution des acteurs du territoire par filière (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

Le diagramme de répartition des acteurs dans les différentes filières met en évidence la forte prépondérance des acteurs de la filière recyclage. Le réemploi reste aujourd'hui en marge, car les filières sont en cours de développement. Les acteurs de la filière stockage demeurent assez présents car les carrières, les Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) et les Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) appartiennent à cette filière. Il ne s'agit pas forcément de plateformes de stockage pour le réemploi, bien que celles-ci se développent de plus en plus. Il est à noter que certains acteurs appartiennent à plusieurs filières à la fois.

La répartition des acteurs dans les différents types d'établissements confirme la tendance observée sur le diagramme précédent : les acteurs majoritaires appartiennent à la filière recyclage (centres de recyclage et centres de tri notamment). Les distributeurs correspondent aux établissements de grande distribution de matériaux et matériels de construction qui proposent la reprise d'équipements et/ou matériaux de construction. Les éco-sites sont des plateformes particulières de l'entreprise Baudalet Environnement qui allient à la fois comptoirs de ferrailles et de métaux, centres de pré-tri des déchets industriels banals et déchetteries professionnelles.

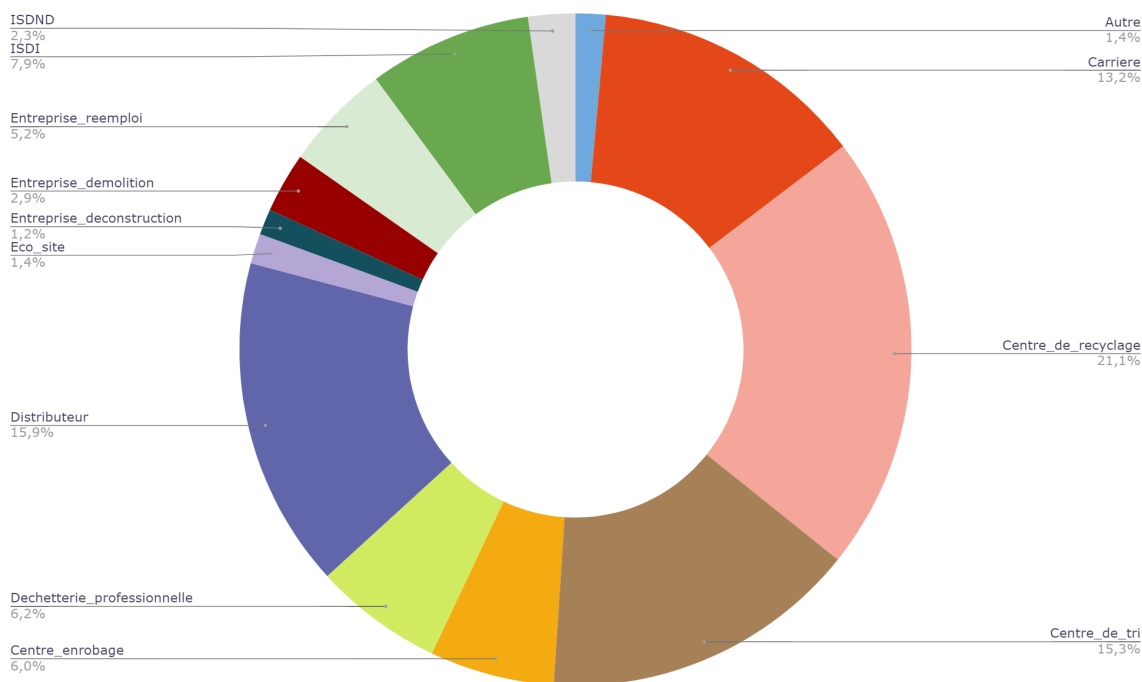


Figure 24 : Distribution des acteurs du territoire par type d'établissement (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

Notons que la différence entre centre de recyclage et centre de tri réside dans l'existence ou non d'une activité industrielle de recyclage, c'est-à-dire d'un processus de modification de matériaux ou déchets.

Analyse par filière

Le diagramme ci-dessous permet d'indiquer le développement des filières au sein de chaque département. Cet indicateur du niveau de développement de ces filières dans un territoire donné indique par exemple un faible développement de la filière réemploi dans la Somme actuellement. Le département du Nord semble en revanche être assez avancé en termes de déconstruction (et non de démolition).

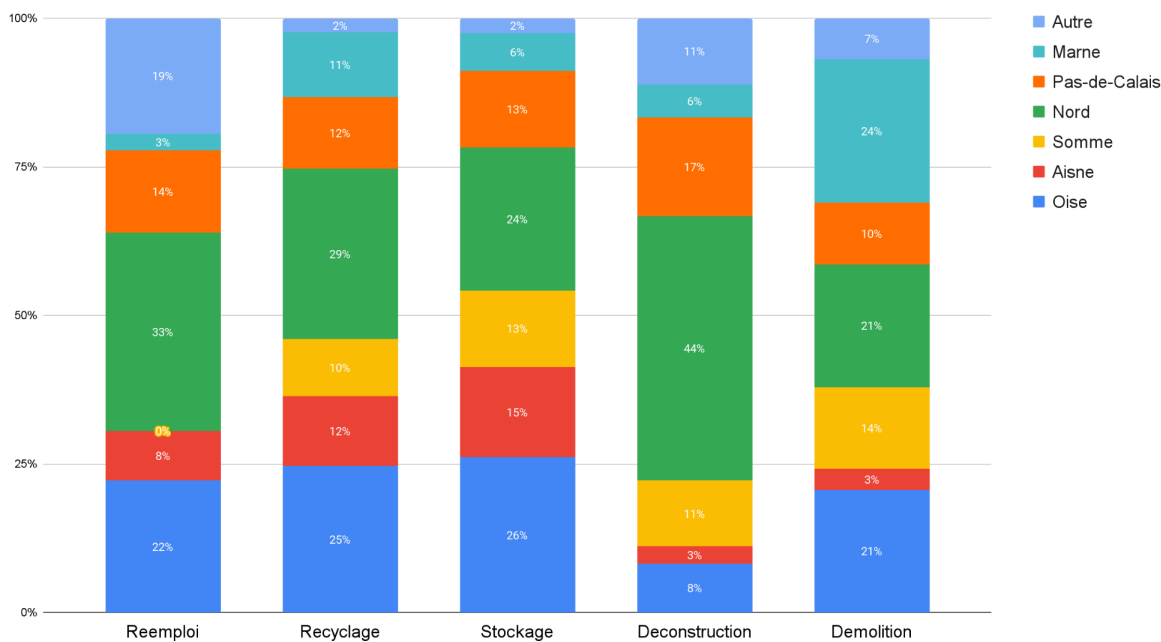


Figure 25 : Distribution de chaque filière par département (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

Analyse par département

Pour chaque département, il est question du développement des filières et des différents types d'établissements.

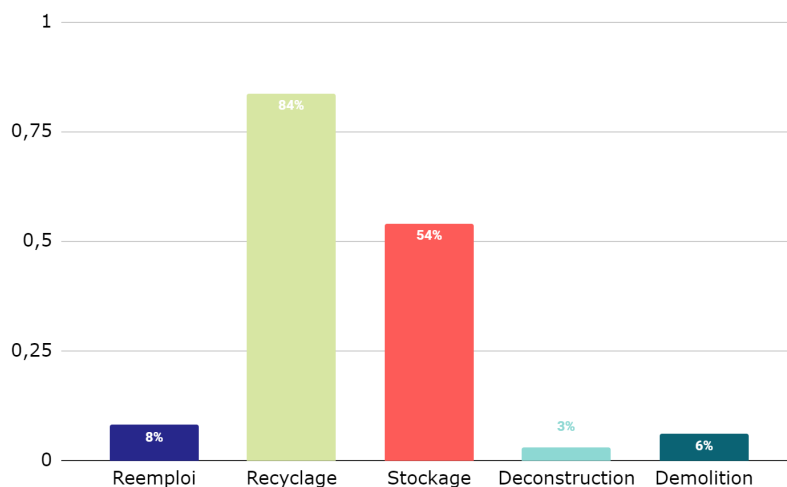


Figure 26 : Distribution des acteurs de l'Oise par filière de l'économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

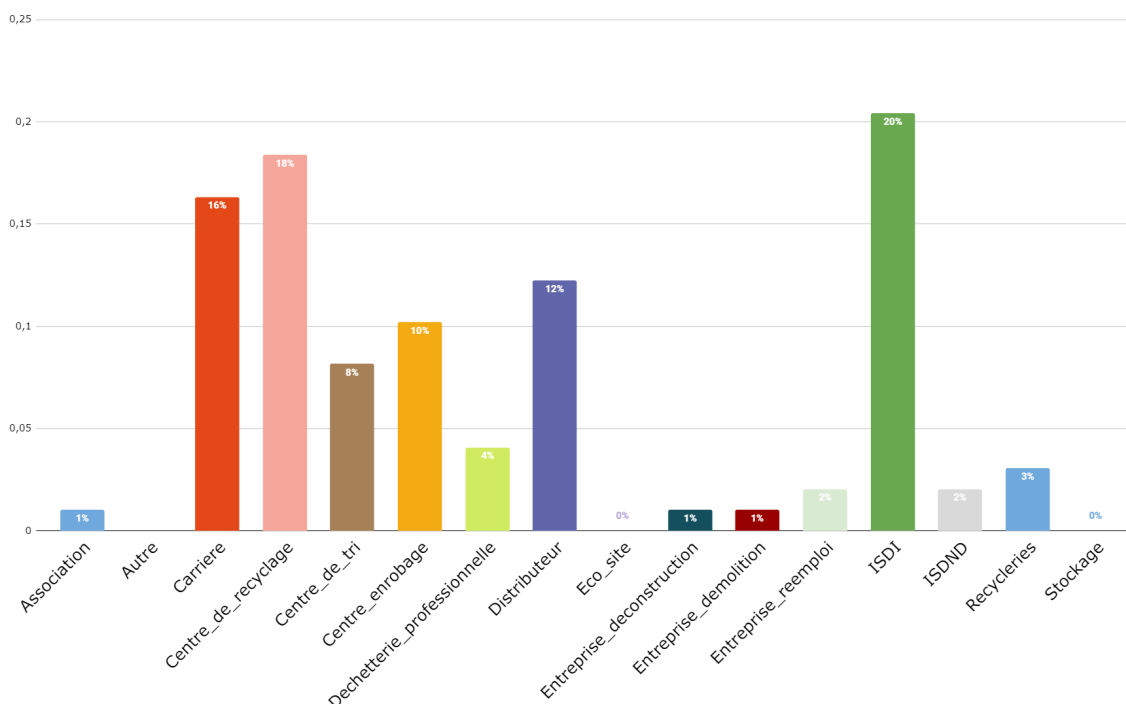


Figure 27 : Distribution des acteurs de l'Oise par type d'établissement (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

L'Oise est marquée par un fort développement de la filière recyclage. Les ISDI, carrières et centres de recyclage sont prépondérants, révélant le fort développement du département dans les installations liées au stockage des déchets inertes. Ce département bénéficie d'une filière de réemploi plus développée que certains de ses départements voisins.

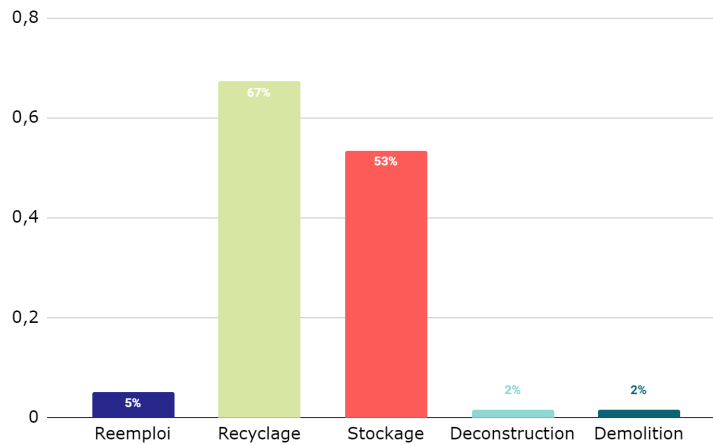


Figure 28 : Distribution des acteurs de l'Aisne par filière de l'économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

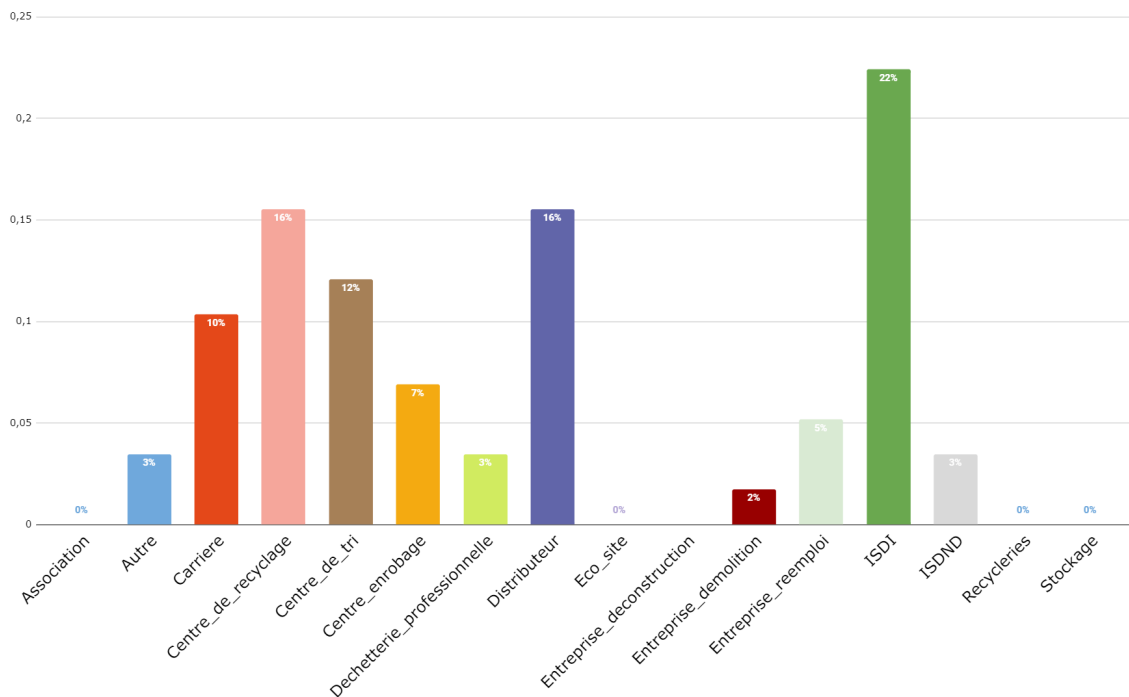


Figure 29 : Distribution des acteurs de l'Aisne par type d'établissement (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

Le développement des filières et des types d'établissements dans l'Aisne est assez similaire à celui de l'Oise. Le réemploi y demeure légèrement moins développé.

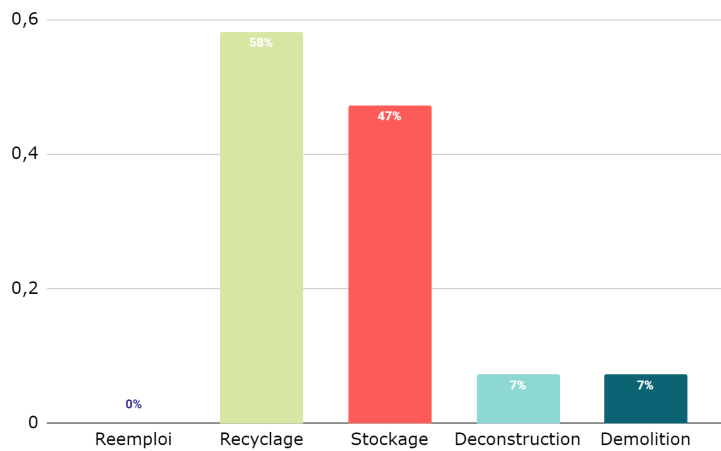


Figure 30 : Distribution des acteurs de la Somme par filière de l'économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

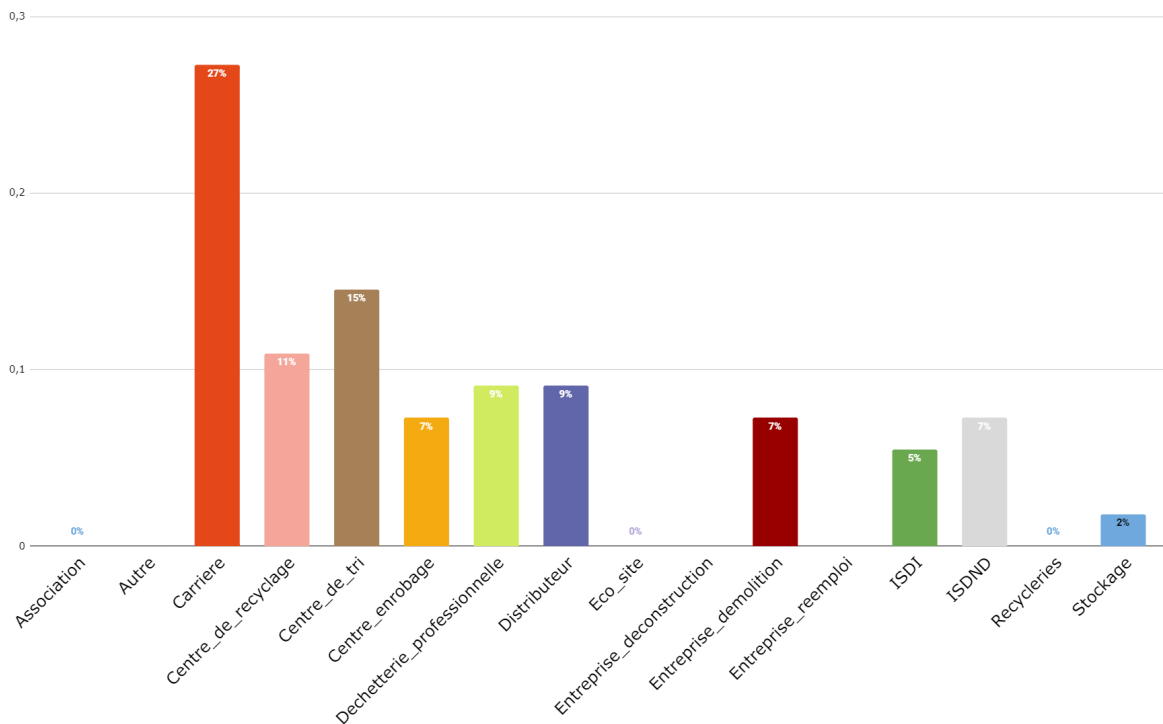


Figure 31 : Distribution des acteurs de la Somme par type d'établissement (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

Dans la Somme, le retard du développement de la filière réemploi va de paire avec l'absence d'entreprises de réemploi recensées dans cette étude. Comme dans les autres départements picards, il y a une forte implantation de carrières de stockage de matériaux inertes. De plus, ce département bénéficie de davantage de plateformes de stockage.

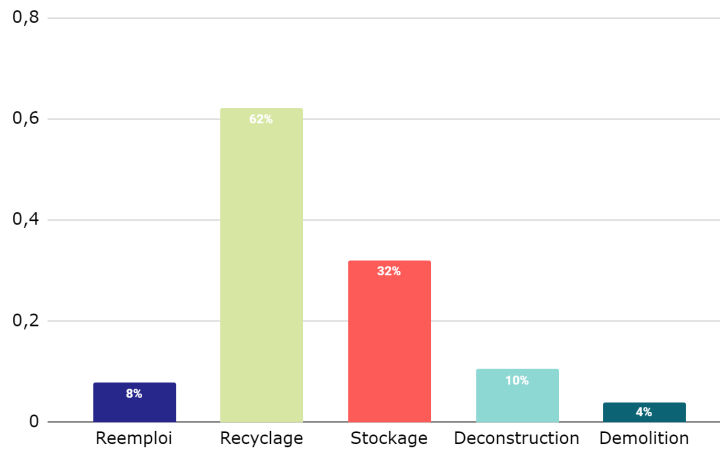


Figure 32 : Distribution des acteurs du Nord par filière de l'économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

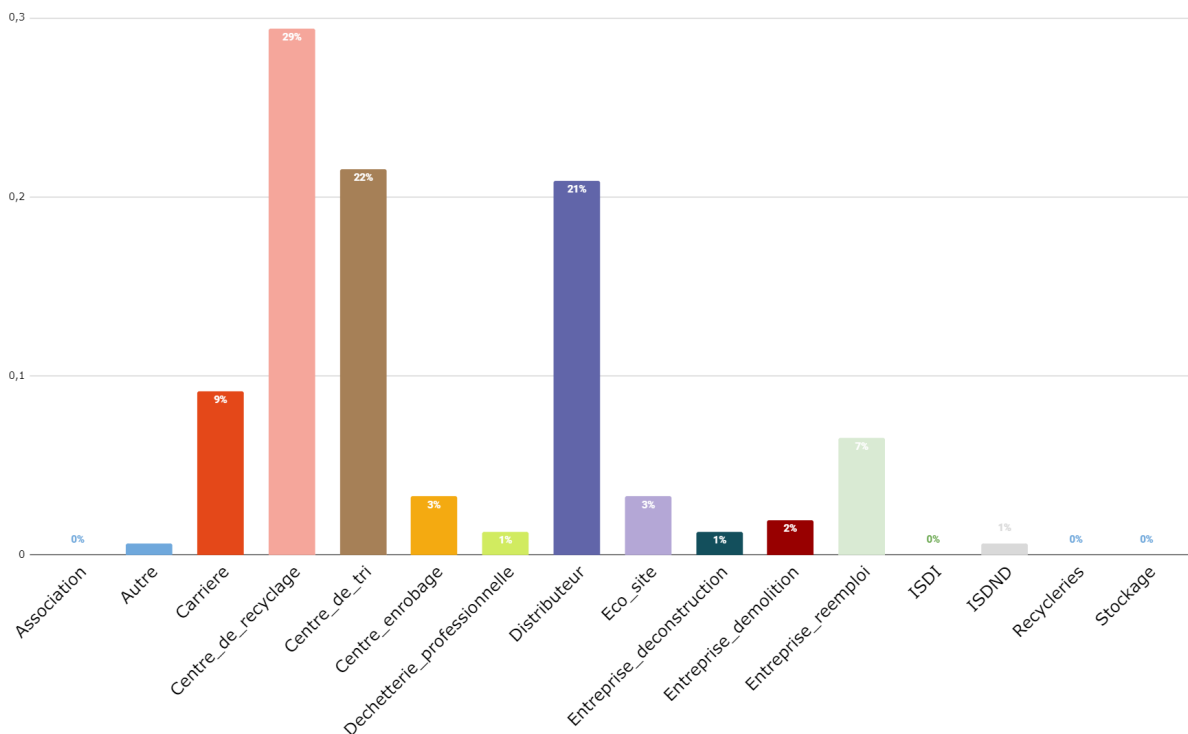


Figure 33 : Distribution des acteurs du Nord par type d'établissement (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

A l’instar de l’Oise, le département du Nord a une filière réemploi légèrement plus développée, bien qu’elle reste très en marge par rapport au recyclage. Avec moins d’ISDI et ISDND, le département a une filière stockage moins développée. En revanche, ce sont les centres de recyclage et centres de tri qui sont fortement implantés. Le Nord bénéficie également de nombreux distributeurs reprenant des matériaux de construction.

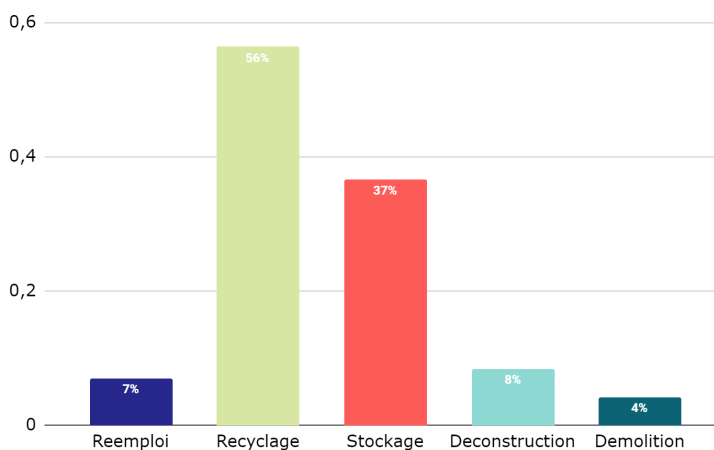


Figure 34 : Distribution des acteurs du Pas-de-Calais par filière de l’économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l’AP03

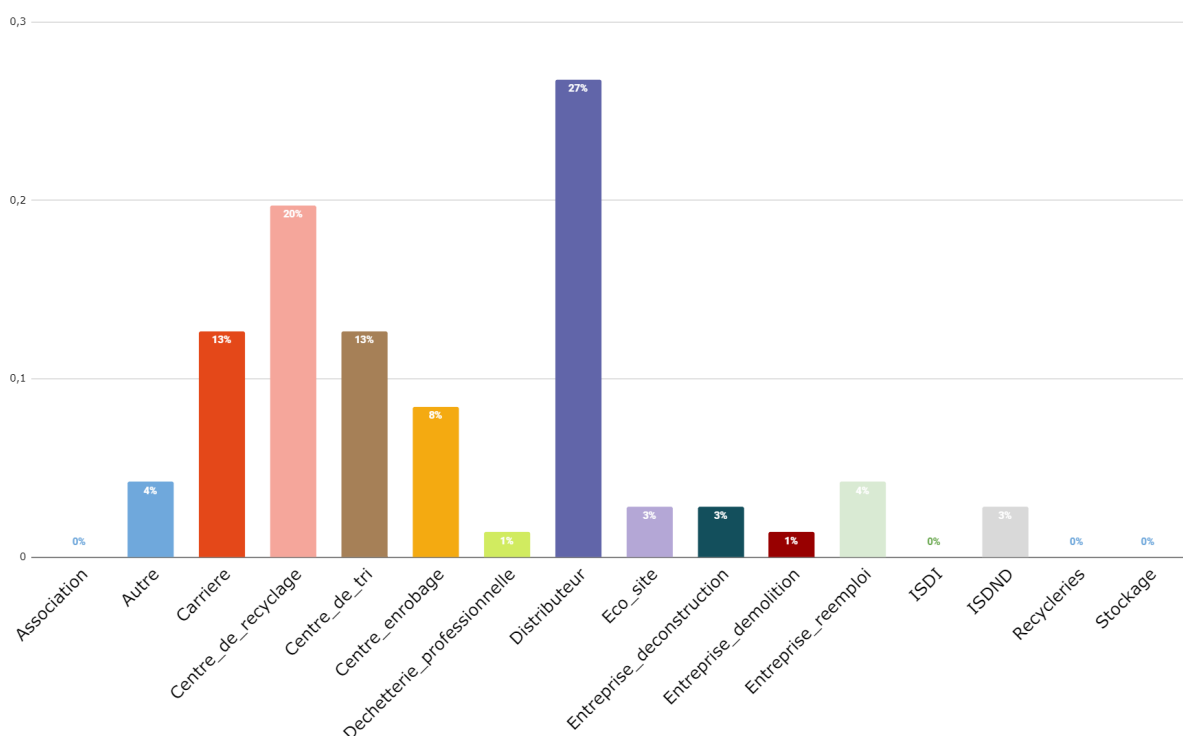


Figure 35 : Distribution des acteurs du Pas-de-Calais par type d’établissement (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l’AP03

Le développement des filières et des différents types d'établissements du Pas-de-Calais est très similaire à celui du département du Nord.

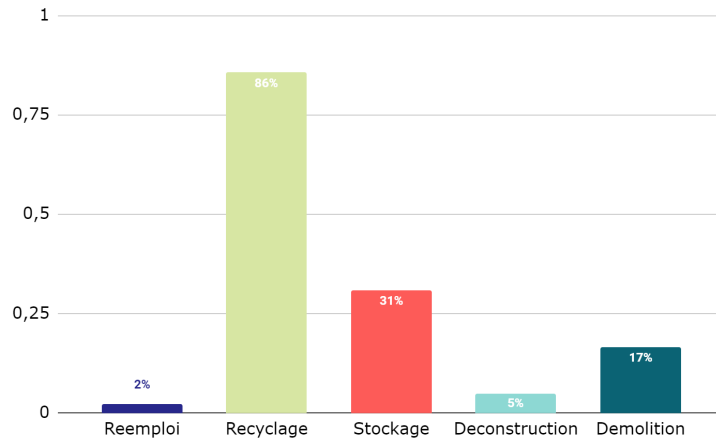


Figure 36 : Distribution des acteurs de la Marne par filière de l'économie circulaire du bâtiment (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

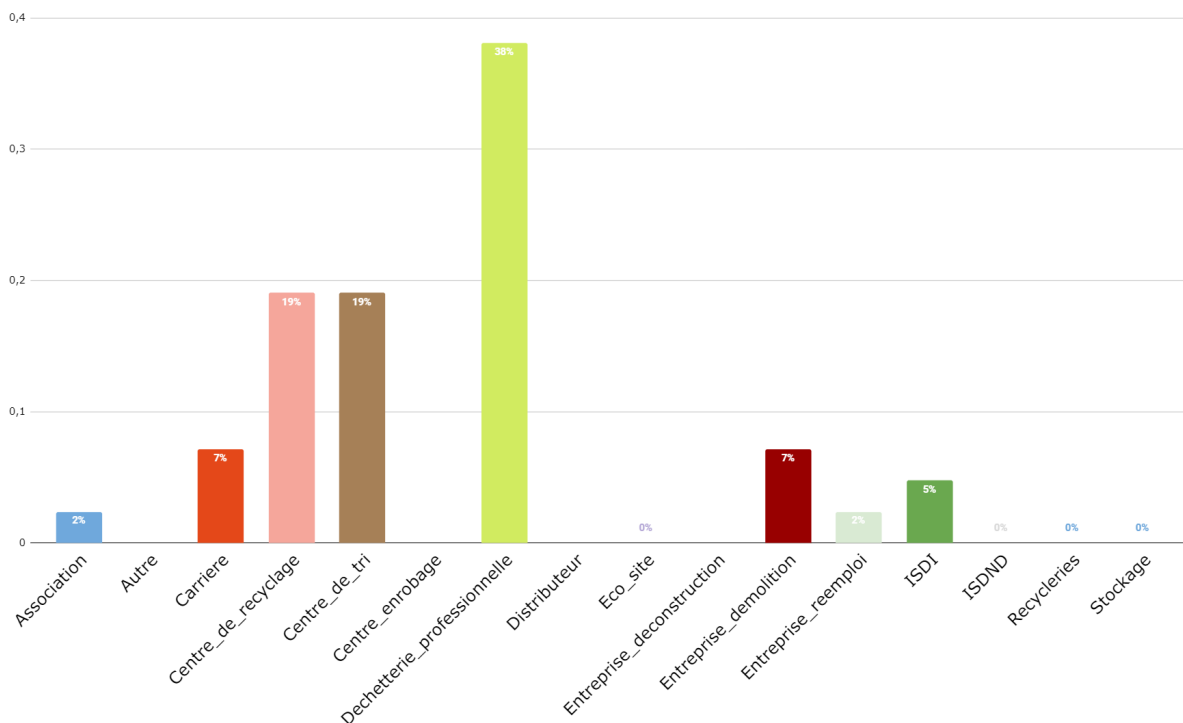


Figure 37 : Distribution des acteurs de la Marne par type d'établissement (situation au 19/04/2023)

Source : Production de l'AP03

Dans le département de la Marne, les données sont appuyées sur des acteurs légèrement moins diversifiés, du fait de la plus grande difficulté à identifier certains d'entre eux dans ce département. Les déchetteries professionnelles ont pu être pointées avec plus d'aisance d'où leur prépondérance dans le diagramme de répartition des acteurs. Néanmoins, ce département bénéficie également d'une bonne implantation en termes de centres de tri et de centres de recyclage. Actuellement, le développement de la filière de réemploi y semble très en marge.

Analyse par catégorie de matériaux

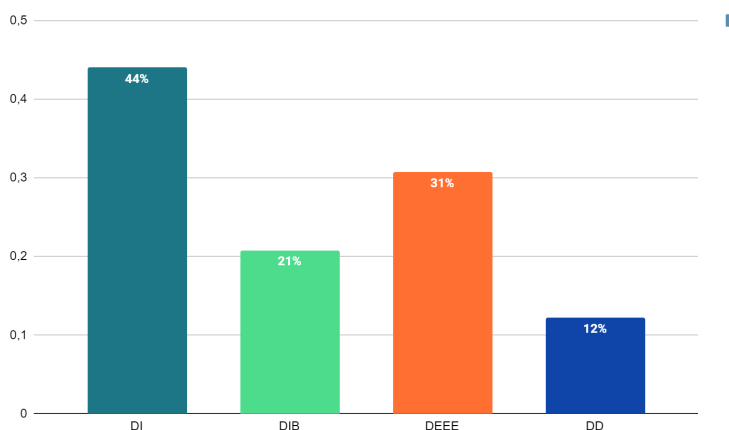


Figure 38 : Taux de prise en charge de chaque catégorie de déchets

Source : Production de l'AP03

Le diagramme ci-dessus confirme les analyses réalisées précédemment par département : les déchets inertes (DI) sont plus pris en charge par rapport aux autres catégories de matériaux (Déchets Industriels Banals, Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques et Déchets Dangereux). Les DEEE sont également assez bien pris en charge, du fait des réglementations plus installées, notamment liées à la REP. Les filières sont plus structurées.

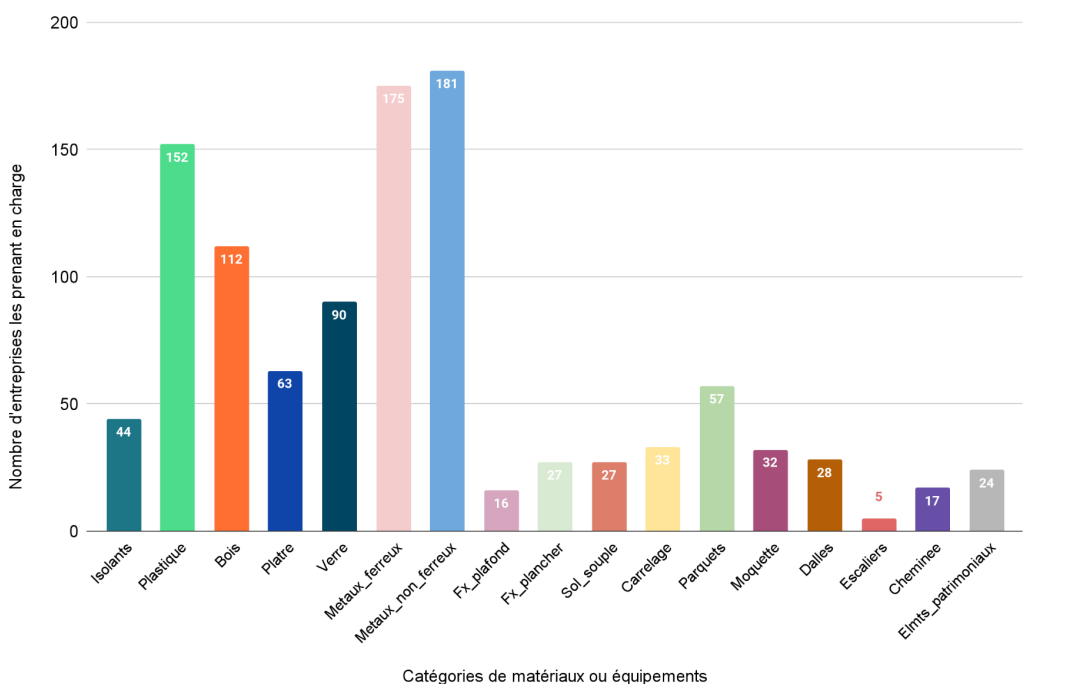


Figure 39 : Nombre d'acteurs prenant en charge en recyclage et/ou réemploi les différents matériaux de la catégorie DIB

Source : Production de l'AP03

Le diagramme ci-dessus illustre le nombre d'acteurs prenant en charge les différents matériaux et éléments de construction appartenant à la catégorie des DIB. Il est important de noter que concernant les matériaux eux-mêmes (plastique, bois, verre, etc.), le nombre d'acteurs est bien plus important que pour les éléments tels que le sol souple ou la moquette, pour lesquels les acteurs sont plus rares. Cette différence s'explique par le fait que les matériaux sont souvent pris en charge par des acteurs appartenant à la filière du recyclage, qui est plus développée, tandis que les acteurs répertoriés comme prenant en charge des éléments spécifiques ont souvent une activité de réemploi. La filière de réemploi reste en marge car elle demeure peu développée, et est freinée par le manque de demande.

Ainsi, les statistiques confirment que la filière du réemploi dans le territoire d'étude reste très en marge actuellement. Les différentes analyses révèlent un développement assez homogène de toutes les filières sur les départements. La seule filière qui n'est pas développée de manière homogène dans tous les départements est la filière du réemploi : étant en pleine expansion, elle se développe à des vitesses et par des moyens différents selon les territoires.

c. Evolution de la BDD

Comme constaté dans la partie précédente, le nombre d'acteurs recensés a été limité au temps de recherche, et, bien que la base de données soit assez exhaustive, les catégories pourront toujours être alimentées de façon à densifier cette BDD.

De nombreux organismes comme l'OCAB ou autres acteurs des collectivités ont pu ou vont dans un futur proche recenser une multitude d'acteurs du secteur du bâtiment dans le but de développer l'économie circulaire de ce milieu.

De ce fait, une mise à jour régulière de la base de données est nécessaire, avec les nouvelles entités (acteurs, établissements, entreprises, etc.) qui peuvent être trouvées. Pour ce faire, veuillez vous référer à la partie suivante qui explique comment insérer de nouveaux éléments, que ce soit sur le tableau Excel qu'il faudra exporter par la suite, ou alors directement sur le logiciel d'exploitation QGIS.

Voici quelques liens qui vous seront utiles :

- [Portail dédié à la gestion de vos déchets issus des produits et matériaux utilisés dans le secteur du bâtiment d'OCA Bâtiment](#) ;
- [Carte des acteurs du réemploi](#) ;
- [Carte des initiatives de la transition écologique et solidaire](#) ;
- [Carte des fournisseurs professionnels de matériaux courants de OPALIS](#).

2. Base de données

Présentation de la structure de la BDD

La première colonne de la base de données indique la typologie d'établissement, complétée par le nom de ces derniers dans la deuxième colonne. Les catégories d'établissement sont les suivantes :

- **Les recycleries** : centres communautaires de récupération et de revente d'objets à prix modique;
- **Les distributeurs de matériaux** : établissements de grande distribution de matériaux et matériels de construction qui proposent la reprise d'équipements et/ou matériaux de construction ;
- **Les éco-sites** : plateformes particulières de l'entreprise Baudelet Environnement qui allient à la fois comptoirs de ferrailles et de métaux, centres de pré-tri des déchets industriels banals et déchetteries professionnelles ;
- **Les carrières** : zones d'extraction d'inertes ;
- **Les centres d'enrobages** : installations de production d'enrobés pour les différents axes de circulation à partir de matières premières telles que les granulats, ciment, bitume, etc. ;
- **Les déchetteries professionnelles** : sites collectifs où les professionnels peuvent déposer leurs déchets ;
- **Les centres de recyclage** : entreprises qui trient, purifient et recyclent les déchets dont elles ont la charge et revendent les produits neufs. Elles récupèrent les éléments triés au préalable dans un centre de tri. Par exemple les centres de recyclage des métaux et des plastiques ;
- **Les centres de tri** : installations transitantes, regroupant ou triant une catégorie de déchets sans lui effectuer d'opération de traitement.
- **Les entreprises de Réemploi** ;
- **Les centres de Stockage** ;
- **Les associations** : entité à but non lucratif motivée par la démarche de réemploi ;
- **Les ISDI** (Installation de Stockage des Déchets Inertes) ;
- **Les ISDND** (Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux).
- **Les déconstructeurs** : entreprises prenant en compte l'aspect environnemental en introduisant le tri sélectif de chaque matériaux et en mettant en place une dépose méthodique des différents gisements ;
- **Les démolisseurs** : entreprises mettant en décharge tous les déchets d'un chantier.

NB : Attention à bien différencier les catégories « recycleries », de « centre de recyclage » ou de « centre de tri ». Les déconstructeurs et les démolisseurs sont également à distinguer. La déconstruction est un processus plus lent car son objectif est de préserver les matériaux du chantier pour qu'ils soient recyclés ou réemployés, contrairement à la démolition.

Les colonnes C à G servent à les localiser géographiquement sur QGIS grâce à diverses données : nom de la commune, code INSEE de la commune, département, latitude, longitude.

NB : attention à ne pas confondre le code INSEE et le code postal qui sont différents. Le premier permet une meilleure analyse statistique des données économiques dans notre cas (mais aussi démographiques et sociales). Ce code est facilement trouvable en ligne.

Ensuite, les colonnes H à L désignent les filières dans lesquelles les établissements œuvrent : recyclage, réemploi, stockage, déconstruction et démolition.

Finalement, les colonnes M à AY recensent les catégories de matériaux pris en charge par l'établissement. Il y en a cinq dans lesquelles se trouvent des sous-catégories :

- Les déchets inertes (DI) (terres, bétons, gravats, etc.) ;
- Les déchets industriels banals (DIB) (bois, verre, plâtre, etc.) ;
- Les déchets dangereux (DD) (amiante, etc.) ;
- Les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) (luminaires, prises, câbles, etc.) ;
- Les équipements sanitaires, chaudières, mobiliers, etc.

Enfin, les colonnes AZ et BA signalent si l'entreprise a des flux entrants et/ou sortants des divers matériaux cités dans les colonnes de la base de données. Attention de bien noter **qu'il n'y a pas nécessairement de flux sortants s'il y en a des entrants et inversement**. En effet, les différentes entités peuvent récupérer des matériaux et les acheminer vers d'autres structures de transformation du matériau, ou encore les matériaux sont parfois utilisés pour de la valorisation énergétique (par exemple), ce qui les rend inexploitable et par conséquent, il n'y a pas de flux sortants car ce qui sort n'est plus exploitable sur des chantiers.

3. Logiciel de spatialisation : QGIS

Pourquoi ce logiciel ?

QGIS est un logiciel de Système d'Information Géographique professionnel, distribué sous licence publique générale GNU, c'est-à-dire qu'il est librement accessible et donc gratuit, téléchargeable [ici](#). Il s'agit d'un projet mis en œuvre par la fondation Open Source Geospatial, basé sur le bénévolat. Ainsi, chacun peut contribuer en apportant des retours, de la documentation, en proposant des corrections de bugs ou en codant par exemple. Le logiciel a de plus en plus de possibilités notamment grâce à ses multiples extensions.

Ce logiciel a été choisi pour les raisons suivantes : c'est un logiciel multiplateforme (Linux, Windows, Mac, Android) qui possède une vaste palette d'outils, peut gérer une multitude de formats (Shapefile, MapInfo, KML, DAO, etc.) et est connu pour la simplicité de son interface. Il est également de plus en plus utilisé, ce qui conduit au développement des formations et tutoriels pour apprendre à l'utiliser. Un support technique est également progressivement mis en place.

Les nombreux tutoriels mis à votre disposition pourront vous aider à effectuer les fondements de l'utilisation du logiciel mais les différents tutoriels disponibles en ligne à l'[adresse suivante](#) vous permettront de créer et tester de nombreuses autres requêtes qui seraient pertinentes pour répondre à vos besoins.

4. Conclusion

En conclusion, la cartographie SIG des acteurs des filières de l'économie circulaire dans le bâtiment se révèle être un outil efficace et précieux pour comprendre et analyser les interactions complexes qui existent entre les différents acteurs impliqués.

L'utilisation d'un SIG offre de nombreux avantages pour la cartographie de ces acteurs. En superposant les données géographiques avec les informations sur les acteurs de l'économie circulaire dans le secteur du bâtiment, il devient possible d'identifier les zones géographiques où ces filières sont les plus développées, ainsi que les connexions potentielles entre les différents acteurs.

Grâce à cette cartographie SIG, il est possible de repérer les établissements engagés dans l'économie circulaire, ce qui facilite la mise en place de collaborations locales. Cela permettra la visualisation des déplacements des matériaux et l'identification des endroits où se trouvent les diverses ressources.

De ce fait, la cartographie SIG des acteurs des filières de l'économie circulaire dans le bâtiment constitue un outil indispensable pour la planification et la prise de décision éclairée. Elle permet d'optimiser les flux de matériaux et de favoriser la transition vers une économie plus circulaire et durable dans le secteur de la construction.

ETUDE DE CAS

1. Objectifs de l'étude, problématique et méthodologie de résolution

La première partie de ce projet, entièrement dédiée à l'état de l'art de la filière du réemploi et plus généralement de l'économie circulaire, a permis d'identifier et de définir les solutions existantes pour l'intégration du réemploi dans les projets de construction. Suite au benchmark des acteurs, il a été possible de réaliser un outil géographique intégrant leur secteur d'activité ainsi que leur géolocalisation. Cette partie est entièrement dédiée à la mise en application et à la concrétisation des études menées. Ainsi, des outils opérationnels ont été développés afin de faciliter les prises de décisions sur des opérations de réemploi.

La problématique de cette partie résidait donc dans la création d'un outil :

- Applicable à l'ensemble des opérations ;
- Permettant de réaliser un diagnostic rapidement et facilement à partir de données d'entrées ;
- Permettant à l'utilisateur de statuer entre différentes solutions sur les opérations de construction en prenant en compte de multiples paramètres.

Pour cela, il a été décidé de baser les outils autour d'un logigramme décisionnel, qui sera, entre autres, la pièce principale de l'outil opérationnel. Pour être exploitable, ce logigramme s'appuie sur des éléments transverses tels que des feuilles de calculs ou encore le logiciel QGIS.

L'utilisation du logigramme décisionnel permet de prendre en compte :

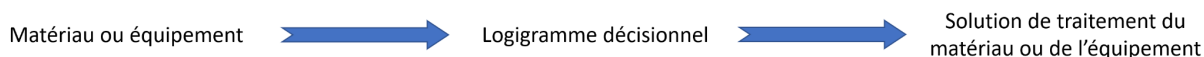
- L'aspect réglementaire ;
- L'aspect environnemental ;
- L'aspect financier ;
- L'aspect temporel ;
- L'aspect technique (caractéristique des matériaux, etc.) ;
- L'emplacement géographique ;
- Les infrastructures disponibles en interne ;
- Les liens existants entre les acteurs de l'économie circulaire ;

Enfin, cet outil sera mis en application à travers l'étude de cas de l'opération Taittinger, comprenant le désamiantage et la déconstruction de trois immeubles et d'un parking souterrain au sud-ouest de Reims.

2. Outils opérationnels généraux applicables aux opérations

a. Logigramme décisionnel

L'élaboration d'un logigramme semble être une bonne solution afin de représenter visuellement le système de fonctionnement pour réemployer un matériau, un équipement, ou au contraire savoir ce que va devenir ce matériau si son réemploi, son stockage ou d'autres actions ne sont pas possibles. Pour les opérations de construction, il sera donc nécessaire d'effectuer le cheminement pour chaque catégorie de matériaux.



Il est important de noter que durant l'ensemble des étapes décrites dans le logigramme, il est nécessaire de prévoir le suivi de l'élément durant la totalité de la période pendant laquelle le matériau est sous la responsabilité du maître d'ouvrage. Le logigramme ci-dessous a comme but de vous expliquer sa structure, il sera fourni lisible en annexe.

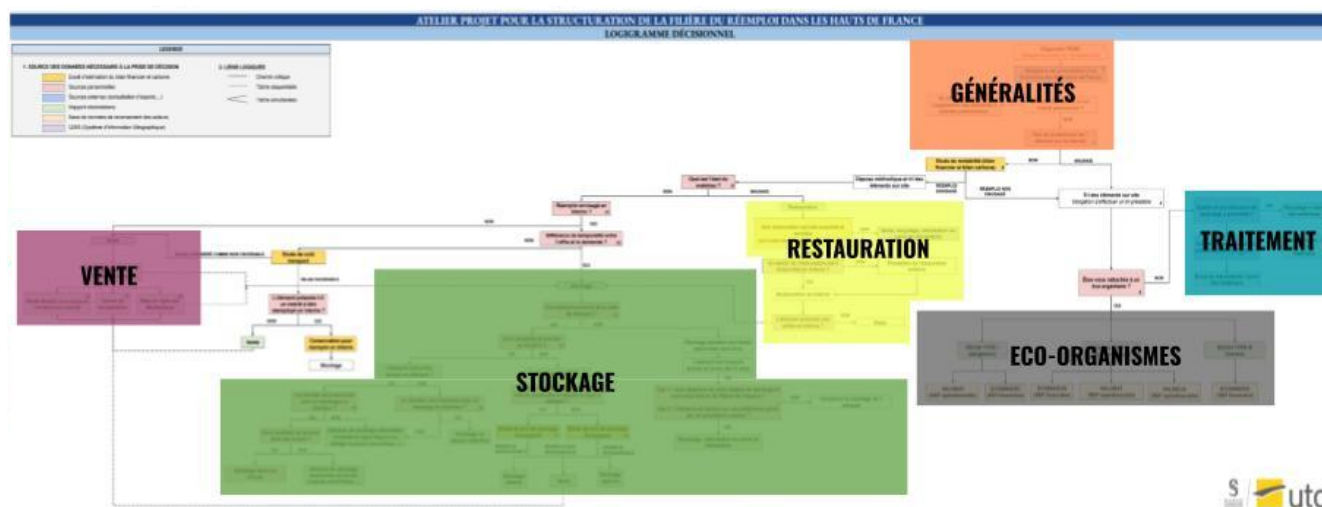


Figure 40 : Structure du logigramme

Source : Production de l'AP03

Le logigramme est tout d'abord constitué d'une légende (en haut à gauche) comportant deux parties :

1. Sources des données nécessaires à la prise de décision : un code couleur permet de savoir où il faut aller chercher les éléments de réponses aux questions posées.
2. Liens logiques : 3 types de liens logiques permettent de distinguer les relations entre chaque cellule composant le logigramme.

Une fois la légende appropriée, le logigramme peut être déroulé du haut vers le bas, en partant de la cellule de départ : Diagnostic PEMD (située en haut à droite).

Précisions sur les actions à mener :

En annexe, l'outil 7, sont répertoriées quelques informations supplémentaires et définitions qui pourraient être nécessaires afin de comprendre les thématiques et vous aider à faire des choix en fonction des étapes du logigramme. Les cellules concernées sont annotées avec un indice numérique comme sur l'exemple ci-dessous

Diagnostic PEMD 1
Obligatoire à partir du 1er juillet 2023

Comme indiqué dans le logigramme décisionnel, si les éléments étudiés présentent un intérêt patrimonial, il faut se référer au second organigramme leur étant dédié :

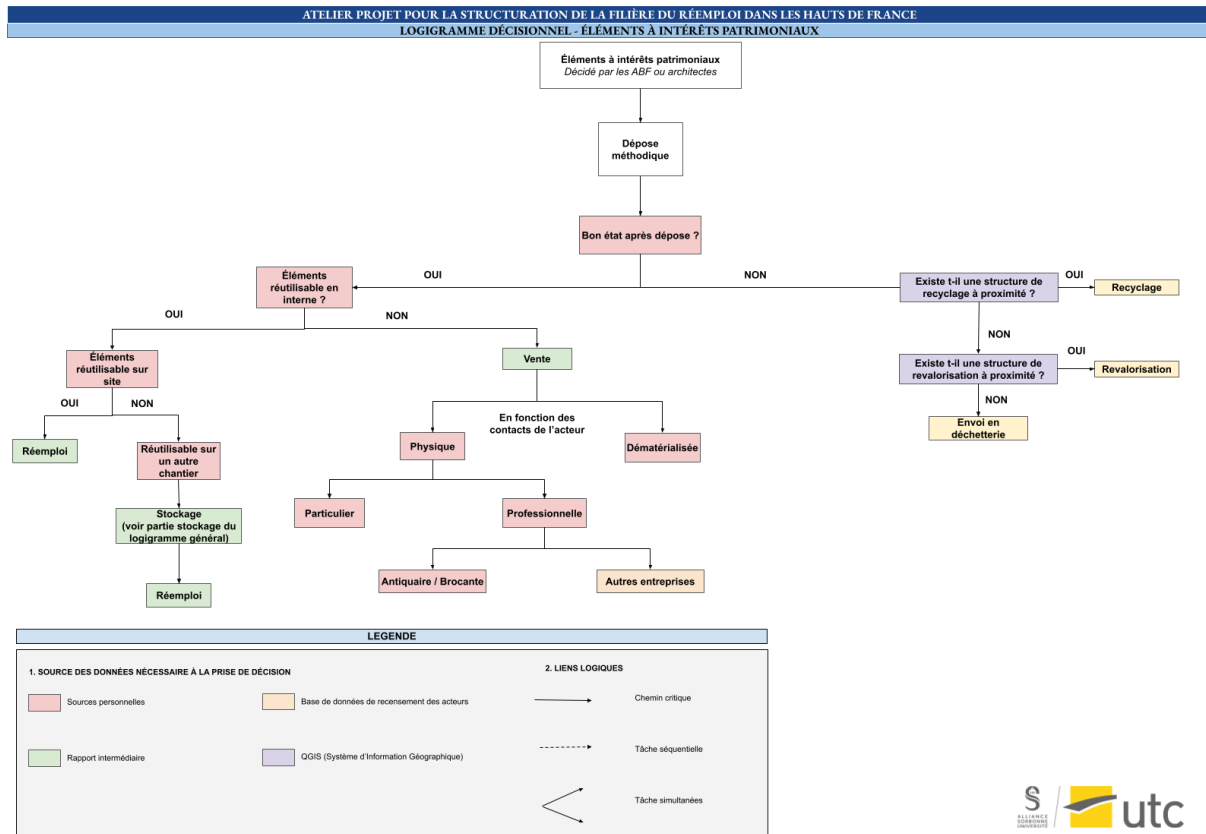


Figure 41 : Structure du logigramme pour les éléments à intérêts patrimoniaux
Source : Production de l'AP03

b. Présentation des outils

Afin de faciliter la prise de décision sur l'aspect financier et environnemental, des outils de calculs automatisés ont été développés.

Cette partie est donc dédiée à la justification de l'utilité de ces outils. Vous trouverez en annexe l'explication de leur fonctionnement. Ces outils sont à ouvrir avec Google Sheets.

Calcul du coût de stockage

L'outil mis en place permet d'évaluer les coûts de stockage nécessaire au réemploi d'un matériau si le choix de l'entrepôt ex-situ est retenu. Pour déterminer le coût de stockage, il existe plusieurs variables. Pour adapter les calculs au périmètre d'action de Canopée et EPFLO, les coûts ont été déterminés pour les zones suivantes : Compiègne, Reims, Amiens, Périphéries des grandes agglomérations.

Premièrement, il faut calculer le coût d'entrée et de sortie par palette selon l'endroit de stockage. Les coefficients mis en place sur le tableau Excel sont issus de différentes données récoltées lors d'entretiens avec différents acteurs spécialisés dans le domaine pour les zones d'Amiens (Jestocke.com) et de Reims (BureauxLocaux). Pour les zones de Compiègne et des périphéries des grandes agglomérations du périmètre d'étude, une étude a été menée en prenant en compte le coût dans les zones de Reims et d'Amiens ainsi que les coûts autour des zones de Paris et de la région parisienne (données récoltées via l'IFPEB avec la Restitution du projet : « Les Bureaux de demain »). Des estimations de coûts de stockage par mois ont été faites mais celles-ci sont limitées dans le temps, car d'après les acteurs interviewés (Cycle Up), la rentabilité diminue quand le stockage ex-situ excède les 6 mois (avec l'objectif de vendre par la suite).

De plus, il existe un tableau qui permet d'insérer les coûts d'autres solutions de stockage par rapport au stockage ex-situ. Ces données seront comptabilisées dans le coût total final.

Calcul du coût de transport

Concernant le transport, l'hypothèse de départ est que la zone d'action est restreinte, c'est pour cela que les calculs proposés prennent en compte des camions 25T. En effet, un camion 25T est un camion de taille raisonnable. Cet outil se concentre uniquement sur des transports de matériaux effectués par camion, cela étant le moyen de locomotion principal dans les chantiers.

Il permet de calculer le nombre de camions nécessaires pour la quantité de matériaux renseignés et donc de palettes à mobiliser, dont le nombre maximal est de 33 pour un camion de 25T. L'outil prend en compte la distance à effectuer, les coûts liés à l'essence et les coûts de location du camion qui incluent le nombre de jours de location selon une moyenne des 6 aller-retour par jour. L'outil est modulable à votre convenance, selon le prix de l'essence, la distance, le type de transport, la consommation, etc.

Il pourrait également être intéressant d'acheminer ou d'évacuer les éléments par voie fluviale ou ferroviaire si le chantier se trouve à proximité d'une gare ou d'un port.

Tutoriel

Pour des raisons de simplification du rapport, le choix a été fait de créer un tutoriel sous forme de Powerpoint, plus lisible et intuitif que sous forme de texte. Ainsi, l'ensemble de l'outil y est décrit en détail afin que les maîtres d'ouvrage puissent se l'approprier.

3. Méthodologie de l'étude de cas

Cette partie est entièrement dédiée à la mise en application des outils développés à travers l'étude de l'opération Taittinger. L'étude de cas sera étudiée à travers plusieurs scénarios :

- Réemploi en interne sur un autre site : ce scénario consiste à garder les matériaux pour les besoins de l'entreprise et à les réemployer directement sur un autre chantier.
- Réemploi en interne sur le même site : comme le premier scénario, celui-ci consiste à garder les matériaux pour les besoins du chantier d'origine.
- Sans réemploi (envoi en déchetterie) : ce scénario est considéré comme pessimiste, mais permet de comprendre l'importance du réemploi.
- Reims Habitat : ce scénario est basé sur les besoins en matériaux exprimés par Reims Habitat dans le PEMD. En revanche, les collaborateurs et partenaires de Reims Habitat ont été négligés afin que tous les acteurs puissent s'identifier et se baser sur cette étude. Des solutions annexes ont donc été proposées notamment pour le stockage. Ce scénario ne représente donc pas ce qui a été fait réellement par Reims Habitat lors de l'opération Taittinger.

Pour procéder à l'explication de cette étude, il est important avant tout de décrire et de situer l'opération Taittinger, de regrouper les différents matériaux pouvant être réemployés, d'émettre des hypothèses et d'appliquer une méthodologie à travers les outils élaborés pour ensuite analyser les résultats et conclure sur le réemploi.

a. Description de l'opération

L'opération Taittinger est située au sud-ouest de Reims (51) Rue Pierre Taittinger (Figure 42).

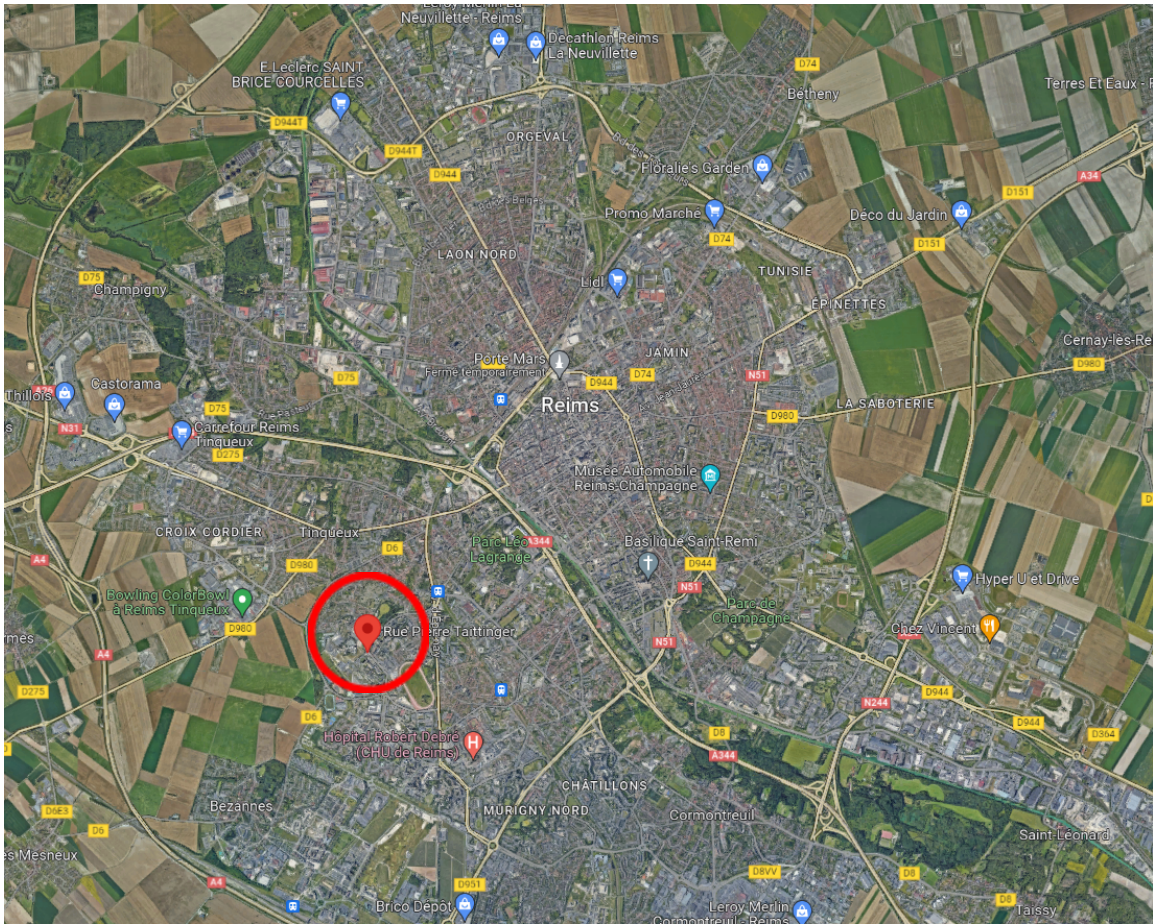


Figure 42 : Vue satellite pour la localisation de l'opération Taittinger.

Source : GoogleMap

Le projet consistait à désamianter et déconstruire 3 immeubles (259 logements) et 1 parking souterrain (4 demi-niveaux), comme localisés sur le plan de masse (Figure 43) et sur la photo prise depuis la Rue Taittinger (Figure 44).

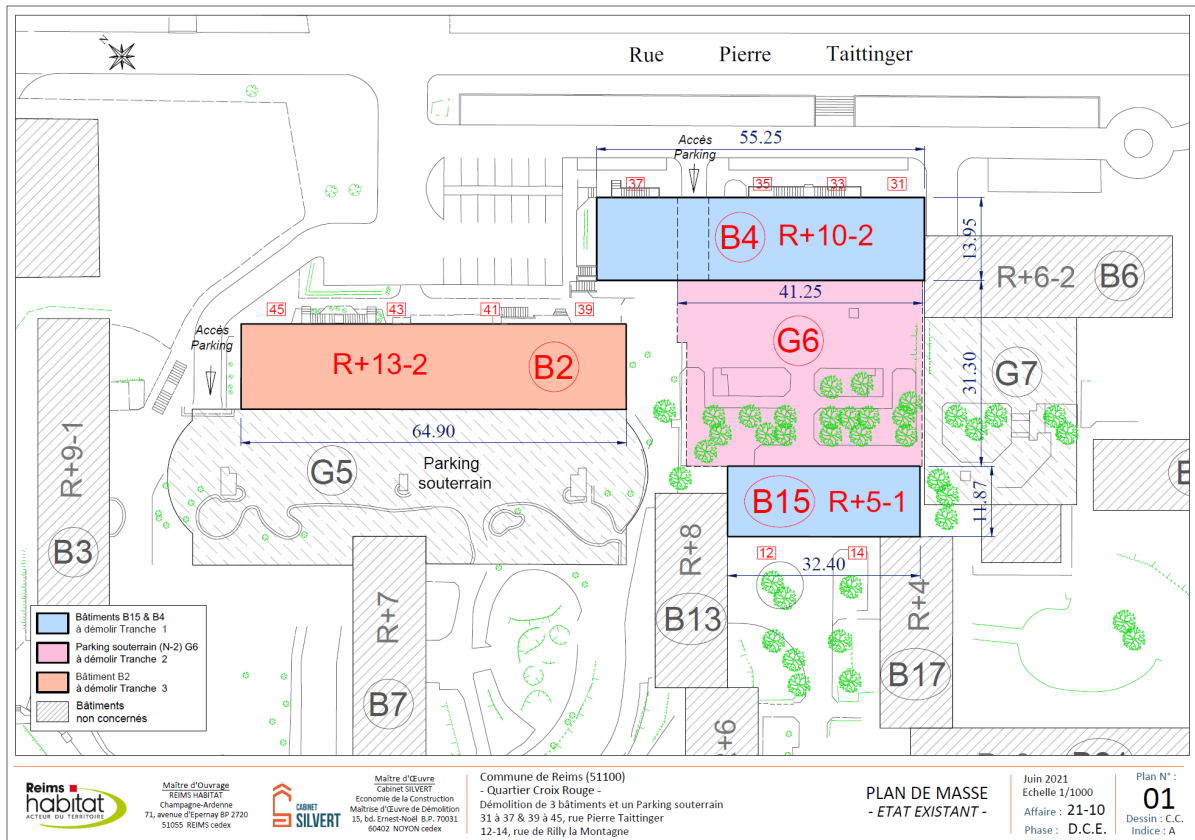


Figure 43 : Plan de masse de l'opération Taittinger.

Source : CANOPÉE



Figure 44 : Photo des immeubles concernés par le projet de désamiantage / démolition

Source : GoogleMap

b. Procédé de l'étude de cas

L'étude de cas se déroule en 4 parties :

Diagnostic PEMD

Ce diagnostic va permettre de répertorier l'ensemble des matériaux avec leurs localisations, quantités, poids, coefficients de pertes, méthodologies de démontage préconisées, méthodologies de stockage, etc.


Matériau ou produit	Eviers inox (cet élément fait partie du dénombrement d'éléments dans la VARIANTE proposée dans le DCE)	
	Localisation	Toutes cuisines
	Quantité totale comptabilisée	20 unités
	Tonnage total estimé	0.16 T
	Coefficient de pertes estimé	25 %
	Quantité valorisable estimée	15 unités
	Tonnage valorisable estimé	0.12 T
	Méthodologie de démontage préconisée	Désolidariser du robinet d'arrivée d'eau. Dévisser le raccord du robinet de température à l'évier. Soulever l'évier afin de le libérer de son encastrement. Placer un bouchon collecteur ou du ruban adhésif sur le robinet d'arrivée d'eau et sur la sortie du circuit d'eau.
	Méthodologie de stockage temporaire préconisée	Stockage à l'horizontale en conteneurs dédiés
	Acteur de réemploi/revalorisation identifié	-Reims Habitat souhaite récupérer une partie des éléments (sélectionnés et localisés dans le document « Récupération des éléments Reims Habitat ») dans la PSE 3 du CCTP -Giron SA
	Usage préconisé	Réemploi direct/recyclage

Figure 45 : Exemple de diagnostic PEMD

Source : Reims habitat

Ce diagnostic est obligatoire à partir du 1er juillet 2023 et il permet de connaître le potentiel des matériaux réemployables, recyclables ou valorisables de son bâtiment. Grâce à cela, il est possible pour le maître d'ouvrage d'estimer, en fonction de ses besoins et de la demande, la quantité de matériaux qu'il faudra déposer méthodiquement ou détruire et d'avoir le suivi de ses déchets après la fin du chantier.

Choix de différents scénarios

Suite au résultat du diagnostic PEMD, plusieurs scénarios seront réalisables en fonction des ressources que possède le maître d'ouvrage : un entrepôt, des espaces de stockage sur chantier, etc.

Utilisation des outils opérationnels :

- Logigramme
- Coût de transport
- Coût de stockage
- Calcul du bilan carbone évité
- Analyse spatiale

Les outils opérationnels seront indispensables à la bonne résolution de l'étude de cas, ils vont permettre au maître d'ouvrage :

- de savoir comment gérer les matériaux et équipements après la déconstruction grâce au logigramme;
- calculer les coûts de transport et de stockage grâce aux outils associés;
- calculer les kg équivalent CO2 évité grâce à la classification des matériaux.

Cela sera effectué en prenant en compte la distance grâce aux cartes sur Qgis en ajoutant des acteurs ou en utilisant les acteurs déjà présents dans le SIG.

Analyse du résultat

Cette partie portera sur l'analyse de deux critères :

- le coût total de l'opération : il est calculé en fonction du coût de la déconstruction, du stockage, du transport et en soustrayant la vente des matériaux réemployés.
- le bilan de kg équivalent CO2 évité : il est calculé grâce au kg équivalent CO2 évité du matériau dont on soustrait l'impact carbone du transport. Plus le montant est élevé, plus l'opération sera rentable d'un point de vue écologique.

c. Identification des matériaux et des équipements

Afin d'identifier les différents matériaux, il a été essentiel d'avoir un PEMD fourni par Reims Habitat. Ce document a servi pour savoir quels matériaux peuvent être réemployés avant la démolition des édifices.

Matériaux	Famille de matériaux	DONNEES PMD (source : CANOPEE)			QUANTITES	
		Unité	Quantité	Coefficient de perte [%]	Retenues	Perdues
Accessoires électrique (prises...)	Equipement électrique	U	436	10	392,40	43,60
Blocs BAL	Equipement intérieur	U	264	10	237,60	26,40
Extincteurs	Equipement intérieur	U	8	0	8,00	0,00
Robinetterie	Equipement sanitaire	U	256	20	204,80	51,20
Evier	Equipement sanitaire	U	256	25	192,00	64,00
WC	Equipement sanitaire	U	100	10	90,00	10,00
Baignoires métalliques	Equipement sanitaire	U	20	10	18,00	2,00
Ouvertures vitrées / Menuiserie PVC	Menuiserie extérieure	m²	7855	10	7069,50	785,50
Radiateurs acier	Equipement sanitaire	U	1288	10	1159,20	128,80
Béton structurel	Gros oeuvre	m³	15576,04	5	14797,24	778,80
Garde-corps en acier	Menuiserie extérieure	ml	460	5	437,00	23,00
Volets roulant PVC	Menuiserie extérieure	m²	7855	10	7069,50	785,50
Poignées de portes de distributions	Menuiserie intérieure	U	676	10	608,40	67,60
Porte intérieur en bois reconstitué	Menuiserie intérieure	U	2518	20	2014,40	503,60
Porte extérieur en acier	Menuiserie intérieure	U	112	10	100,80	11,20
TOTAL					34 398,84	3 281,20

Figure 46 : Tableau regroupant les matériaux

Source : Production de l'AP03

Le tableau dans la figure 46 ci-dessus est un récapitulatif des matériaux qui ont pu être récupérés, en détaillant également leur catégorie, l'unité qui leur a été attribuée, la quantité indiquée dans le PEMD ainsi qu'un coefficient pour estimer les pertes lors du stockage ou du transport.

Le travail réalisé à partir de ces données se base surtout sur les quantités. En effet, il est difficile d'estimer l'espace que prend une certaine quantité de matériaux ou l'unité d'équipements. Des hypothèses ont alors été instaurées pour chaque scénario afin de connaître les quantités de matériaux transportables dans un camion pour pouvoir estimer les coûts de transport, mais aussi les coûts de stockage dans les cas concernés.

4. Choix et études des scénarios

a. Présentation des différents scénarios

Pour l'analyse du cas d'étude « Taittinger », le raisonnement a été axé sur 4 scénarios, permettant d'évaluer à la fois les impacts carbone et financier de chaque solution de la manière suivante :

- **Coût financier :** utilisation de l'outil coût financier développé en interne. Seront évalués les coûts de déconstruction, stockage, transport et remise en état. Pour les scénarios incluant la vente de certains matériaux, ils seront soustraits du coût final pour obtenir une estimation du coût réel de revient de l'opération ;
- **Coût carbone :** étude de la quantité de CO2 évitée par l'opération de réemploi. Les économies sont tirées du fait que les matériaux réemployés n'auront pas à être achetés (et donc produits) en soustrayant l'impact négatif du transport.

Ainsi, il a été statué en début d'étude de cas les scénarios à retenir. Le but était principalement de tester la viabilité et la cohérence des outils dans un contexte d'usage réel, tout en fournissant des résultats concrets de

la valeur ajoutée pour un maître d'ouvrage, (comme un bailleur social), de faire du réemploi. Dans cette partie, les scénarios vont être développés en présentant les hypothèses et les résultats obtenus.

Il est important de préciser que les quantités de matériaux évalués dans les scénarios sont celles fournies par le PEMD en tant que matériaux réemployables comme présenté sur la figure ci-contre.

Matériaux	Unité	Quantité
Accessoires électrique (prises...)	U	436
Blocs BAL	U	264
Extincteurs	U	8
Robinetterie	U	256
Evier	U	256
WC	U	100
Baignoires métalliques	U	20
Ouvertures vitrées / Menuiserie PVC	m ²	7855
Radiateurs acier	U	1288
Béton structurel	m ³	15576,04
Garde-corps en acier	ml	460
Volets roulant PVC	m ²	7855
Poignées de portes de distributions	U	676
Porte intérieur en bois reconstitué	U	2518
Porte extérieur en acier	U	112

Figure 47 : Quantités retenues pour les scénarios

Source : Production de l'AP03

Pour tous les scénarios expliqués ci-dessous, plusieurs hypothèses ont été faites dues à un manque de données ou pour faciliter les calculs de coûts. Pour les prix de réemploi, seulement les prix de nettoyage, de dépose et de logistique ont été pris en compte, alors qu'au contraire, les prix de remise en état des matériaux ou équipements ont été négligés. Pour l'ensemble des scénarios, l'étude a considéré qu'il y aura toujours des pertes durant le transport ou alors le stockage. Pour pallier ce problème, un coefficient de perte a été instauré pour chaque matériau. Ainsi, la valeur retenue est celle en enlevant les pertes durant tout le long de l'étude. En revanche, une hypothèse a été faite afin de négliger les coûts des quantités perdues. Des estimations ont aussi été réalisées concernant les coûts de location de transport mais surtout les coûts de stockage liés aux entrepôts.

Ici, d'autres hypothèses qui ont été explicitées précédemment sont prises en compte telles que, les 6 mois de stockage maximal (même si, en réalité, ces durées peuvent excéder un semestre) et le stockage de 33 palettes par camion. En très grande quantité, le béton fait partie des matériaux réemployés sur l'opération Taittinger. Pour rendre le sujet moins complexe, le béton est considéré non armé.

Scénario 1 - Réemploi des matériaux en interne sur un site extérieur

Ce scénario a pour vocation d'évaluer le cas d'un réemploi de matériaux sur un site autre que celui de la déconstruction. Cela peut donc être en interne (autre chantier) ou dans le cadre d'une collaboration avec un partenaire. Par ailleurs, une hypothèse a été émise quant à la situation en flux tendu entre les 2 chantiers donc le coût de stockage se limitera à l'achat de conteneurs pour les matériaux nécessitant d'être abrités. En effet, le stockage étant effectué sur le site, il n'y a aucun coût de terrain. Ces chantiers seront considérés à 50 km de distance, ce qui semble correspondre au périmètre max des opérations réalisées par le bailleur.

Scénario 2 - Réemploi des matériaux en interne sur le même site

Dans ce scénario, il est considéré que les matériaux ne quittent pas l'emprise du site sur lequel ils ont été déconstruits. Cela implique donc aucun coût de transport ni de stockage, à l'exception de l'achat de conteneurs pour les matériaux nécessitant d'être abrités comme les portes ou le mobilier. Ce scénario est donc le cas idéal puisque le minimum de frais sera engagé dans la procédure de réemploi. Le scénario 1 et 2 ont pour but d'être comparés afin d'évaluer le coût carbone et financier du transport sur une opération de réemploi.

Scénario 3 - Aucun réemploi

Ce scénario est le plus pessimiste. Il a toutefois été jugé cohérent de l'étudier car il représente une situation encore très présente sur les chantiers français, puisque les acteurs sont encore peu sensibilisés à la question du réemploi. Dans ce scénario, le MOA assure l'ensemble des dépenses attendant à la démolition (pas de déconstruction car tous les matériaux sont envoyés en déchetterie), au transport et à la mise en décharge.

Scénario 4 - Scénario Reims habitat

Lorsque l'étude de cas a débuté, Reims habitat a transmis l'ensemble des documents dont ils disposaient sur ce dossier. Ainsi, le diagnostic PEMD faisait partie de ces documents, présentant notamment les besoins du bailleur en termes de matériaux à réemployer. Ces éléments ont été repris, en estimant que le reste serait vendu à d'autres acteurs de la filière. Toutefois, il a été décidé de ne pas exploiter la collaboration qui existe aujourd'hui avec la recyclerie « Bell'occas » car le souhait était que les autres acteurs puissent se retrouver dans ce scénario. Dans le cadre de cette collaboration, la ressourcerie s'occupe de venir récupérer, de stocker les matériaux issus de la dépose méthodique et de les remettre en état. Ces matériaux sont de ce fait cédés « gratuitement » par Reims habitat. La ressourcerie les vend par la suite à moindre coût.

Contrairement aux autres scénarios, celui-ci comporte des matériaux à réemployer et d'autres non. Afin d'être au clair pour la suite des scénarios, voici la liste des équipements et lesquels sont destinés au réemploi ou non :

Accessoires électrique (prises...)	Oui sur un autre chantier
Blocs BAL	Oui sur un autre chantier
Extincteurs	Oui sur le même chantier
Robineterie	Oui sur un autre chantier
Evier	Oui sur un autre chantier
WC	Oui sur un autre chantier
Baignoires métalliques	Oui sur un autre chantier
Ouvertures vitrées / Menuiserie PVC	Non
Radiateurs acier	Non
Béton structurel	Oui sur un autre chantier
Garde-corps en acier	Oui sur un autre chantier
Volets roulant PVC	Oui sur le même chantier
Poignées de portes de distributions	Non
Porte intérieur en bois reconstitué	Non
Porte extérieur en acier	Oui sur un autre chantier
Radiateurs acier	Oui sur un autre chantier

Figure 48 : Liste des équipements destinés au réemploi pour le scénario 4

Source : Reims habitat

Les radiateurs ont été divisés en deux catégories, une partie est envoyée en stockage chez un logisticien, et l'autre partie reste sur chantier.

b. Analyse des données des scénarios

Cette partie servira à présenter l'ensemble des résultats tirés des études de cas.

L'impact du transport

L'un des premiers points qu'il convient d'observer dans l'étude des scénarios est le transport. Pour rappel, ils seront considérés de la manière suivante :

- Scénario 1 - Réemploi sur un site extérieur : il sera nécessaire de déplacer l'ensemble des matériaux du site de dépose au site de réemploi. Pour ce scénario, ont été considérés 50 km entre les deux sites ;
- Scénario 2 - Réemploi en interne sur le même site : aucun coût de transport à prévoir ;
- Scénario 3 - Aucun réemploi : déplacement de l'ensemble des matériaux vers une déchetterie. Selon l'outil SIG, un rayon de 10 km propose une offre de récupération suffisante pour notre vivier de matériaux ;
- Scénario 4 - Scénario Reims habitat : Transport d'une partie des matériaux vers un site considéré à 50 km. Les autres matériaux ne coûteront rien en transport car sont réemployés sur le même site.

Le graphique ci-dessous présente les résultats financiers du transport :

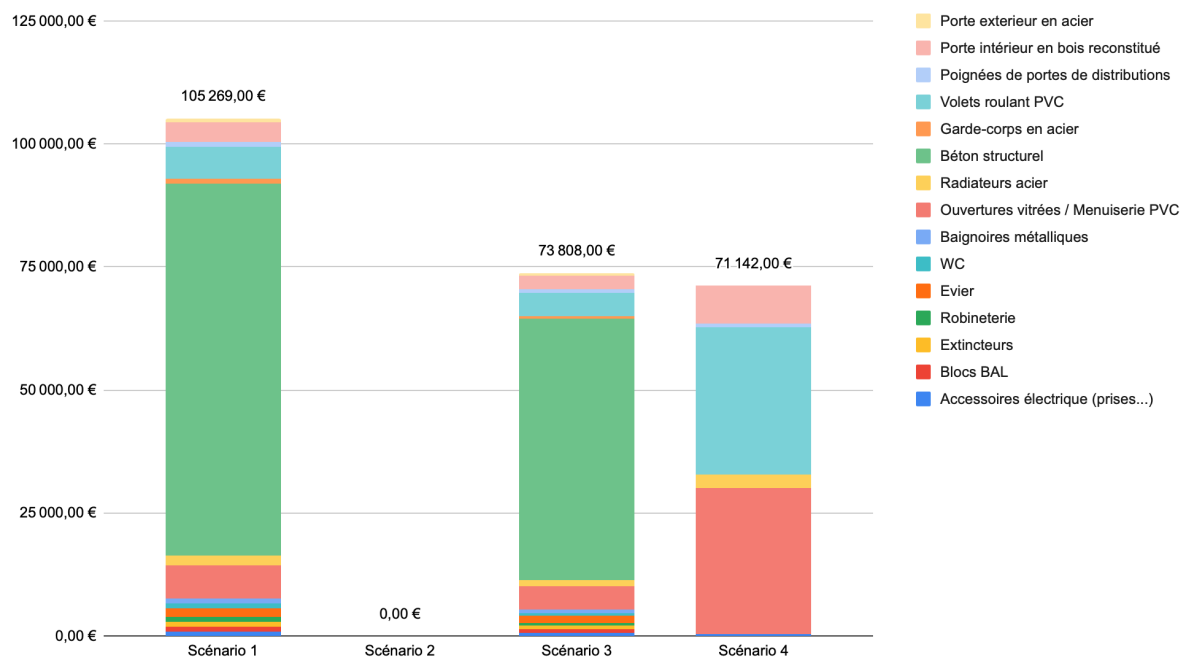


Figure 49 : Coût financier du transport par scénario

Source : Production de l'AP03

Il est notable que les coûts du transport sont variables selon le scénario retenu, car la localisation des points de réemploi des matériaux change. Toutefois, le coût est principalement affecté par le nombre de camions mobilisés. C'est pourquoi le béton dans les scénarios 1 et 3 représente une part considérable du coût de transport total. Pour le scénario 4, ce sont les vitres et volets qui représentent une part importante car le béton a vocation à être réemployé en in-situ.

Enfin, il en ressort que c'est le scénario 1 qui représente le coût de transport le plus important, ce qui s'explique par le fait que le site où serviraient ces matériaux de réemploi a été considéré dans un périmètre de 50 km et que l'ensemble des matériaux doit être transporté. Pour le scénario 3, l'outil SIG a permis de déterminer que des déchetteries à 10km permettaient d'absorber cette demande. Le scénario 4 quant à lui dispose de certains matériaux qu'il n'est pas nécessaire de réemployer, d'où le coût moindre.

Quant au coût carbone, les résultats sont présentés sur le graphique suivant :

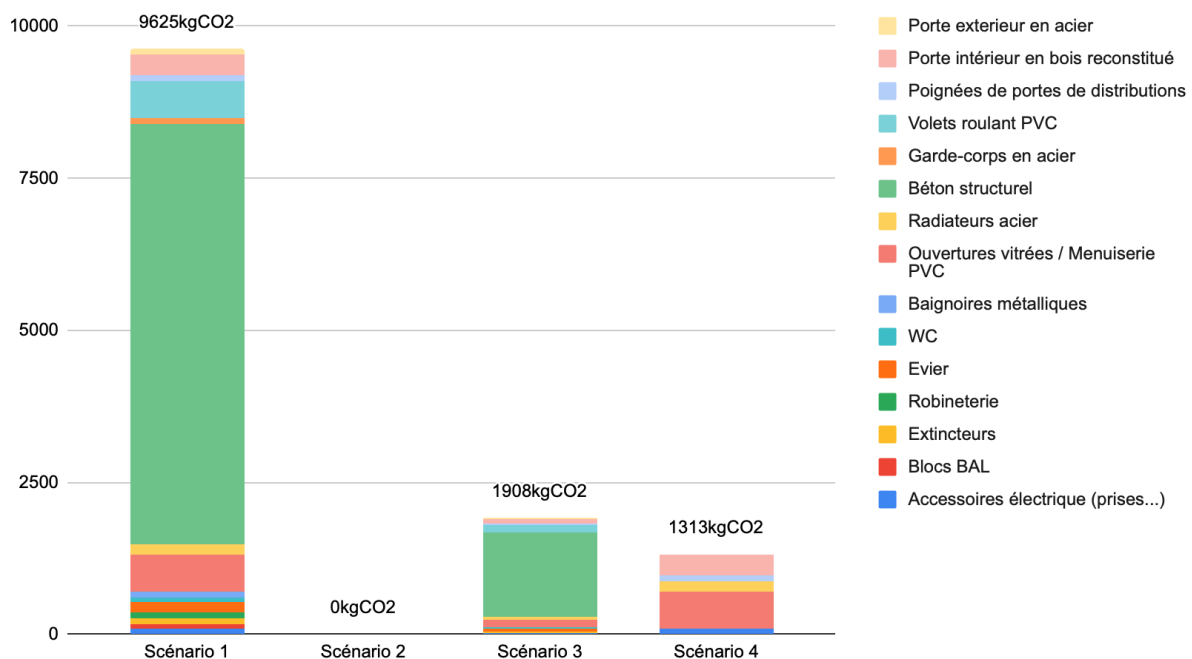


Figure 50 : Coût carbone du transport par scénario en kg CO2

Source : Production de l'AP03

Sur ce graphique, il est intéressant de noter que la distance joue un rôle nettement plus important dans l'impact du coût carbone que financier. Ce phénomène est particulièrement notable entre les scénarios 1 et 3, où la distance est cinq fois supérieure (10 km scénario 3 contre 50 km scénario 1), cela se ressent de manière importante. Il est important de relever également que le scénario 2 permet, en ne quittant pas l'emprise du site, de ne pas générer de CO2 supplémentaire pendant l'opération de transport. A titre de comparaison, la quantité de CO2 émise pour le scénario 1 équivaut à un vol de 9000 km.

Pour conclure sur la partie transport, il semble que la distance ne joue pas énormément dans l'aspect financier mais plus dans le coût carbone de l'opération de réemploi. Le nombre de camions joue quant à lui un rôle déterminant pour les 2 coûts et semble être le facteur déterminant pour le transport.

L'impact du stockage

La grande différence entre les scénarios repose également sur la partie stockage. Afin de fixer les informations, il semble nécessaire de rappeler les scénarios et ce qu'ils impliquent sur le stockage :

- Scénario 1 - Réemploi sur un site extérieur : le stockage a été considéré in-situ et en flux tendus : aucun stockage ne sera nécessaire ;
- Scénario 2 - Réemploi en interne sur le même site : De ce fait, les seuls coûts de stockage seront l'achat / location de conteneurs pour protéger les matériaux fragiles comme les WC ou la robinetterie ;
- Scénario 3 - Aucun réemploi : Aucun coût de stockage puisque c'est la déchetterie qui récupère l'ensemble des matériaux ;
- Scénario 4 - Scénario Reims habitat : Pour ce scénario, ont été considérés certains matériaux en stockage in-situ (ceux avec vocation d'être réemployés in-situ) et le reste a été envoyé en ex-situ, chez un logisticien pour une durée de 3 mois. Le récapitulatif est présenté sur la figure ci-contre.

Accessoires électrique (prises...)	Ex situ chez un logisticien
Blocs BAL	In situ sans conteneurs
Extincteurs	In situ avec conteneurs
Robinetterie	In situ avec conteneurs
Evier	In situ avec conteneurs
WC	In situ avec conteneurs
Baignoires métalliques	In situ sans conteneurs
Ouvertures vitrées / Menuiserie PVC	Ex situ chez un logisticien
Radiateurs acier	In situ avec conteneurs
Béton structurel	In situ sans conteneurs
Garde-corps en acier	In situ sans conteneurs
Volets roulant PVC	Ex situ chez un logisticien
Poignées de portes de distributions	Ex situ chez un logisticien
Porte intérieur en bois reconstitué	Ex situ chez un logisticien
Porte extérieur en acier	Pas de stockage (flux tendu, arrangeme...)
Radiateurs acier	Ex situ chez un logisticien

Figure 51 : Tableau des décisions de stockage prises pour le Scénario 4

Source : Production de l'AP03

Ainsi, l'outil de calcul des coûts financiers a pu être utilisé afin de produire le graphique ci-dessous. Il illustre, par scénario, les coûts imputés par le stockage :

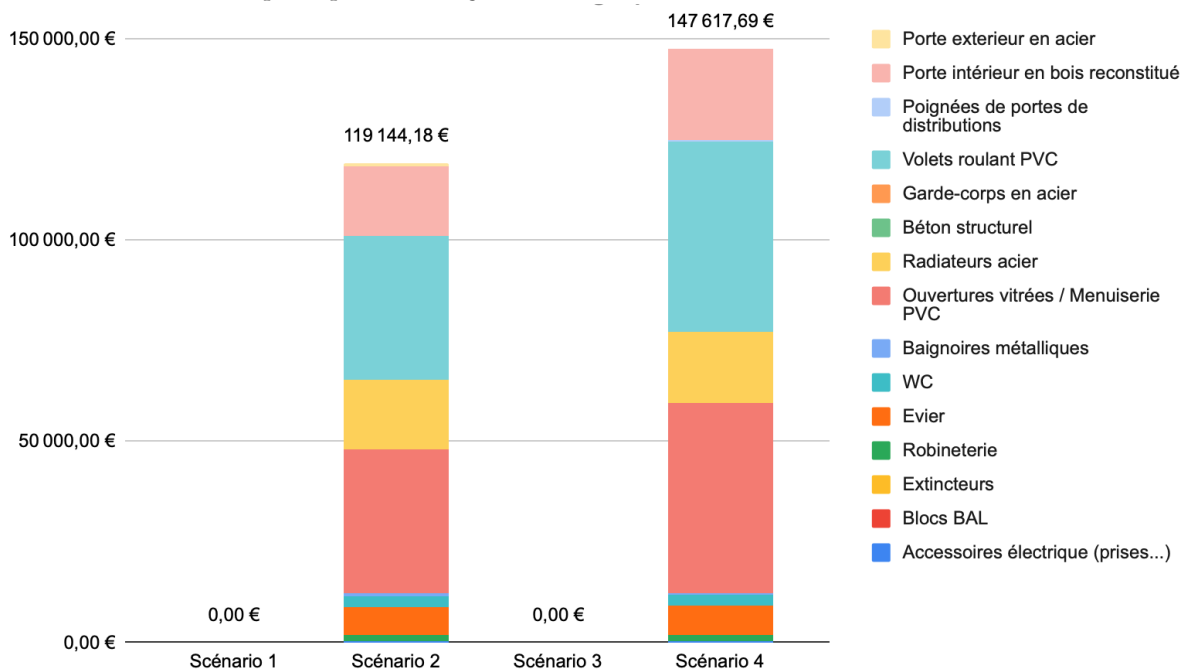


Figure 52 : Coût financier du stockage par scénario

Source : Production de l'AP03

On remarque que les scénarios 1 et 3 sont évidemment les plus avantageux du fait qu'aucun stockage ne soit nécessaire avec nos hypothèses de travail. Toutefois, les coûts pour les scénarios 2 et 4 sont assez importants : le scénario 2 nécessite en effet l'achat ou la location de conteneurs pour protéger les matériaux fragiles tandis que le scénario 4 regroupe la même problématique ainsi qu'un stockage de 3 mois chez un logisticien pour certains matériaux, ce qui provoque un surcoût non négligeable. Cela illustre bien la problématique de devoir stocker en extérieur pour soi : cela provoque des surcoûts très importants et non négligeables dans la

balance budgétaire d'une opération. Ce constat s'oppose donc à l'idée de vouloir se doter d'un entrepôt personnel, par ailleurs très difficile à acquérir, entretenir et assurer la surveillance. Par ailleurs, la quantité considérable de matériaux à réemployer impliquerait une surface très importante, ce qui serait autrement plus difficile à trouver et financer.

L'impact de la dépose soignée

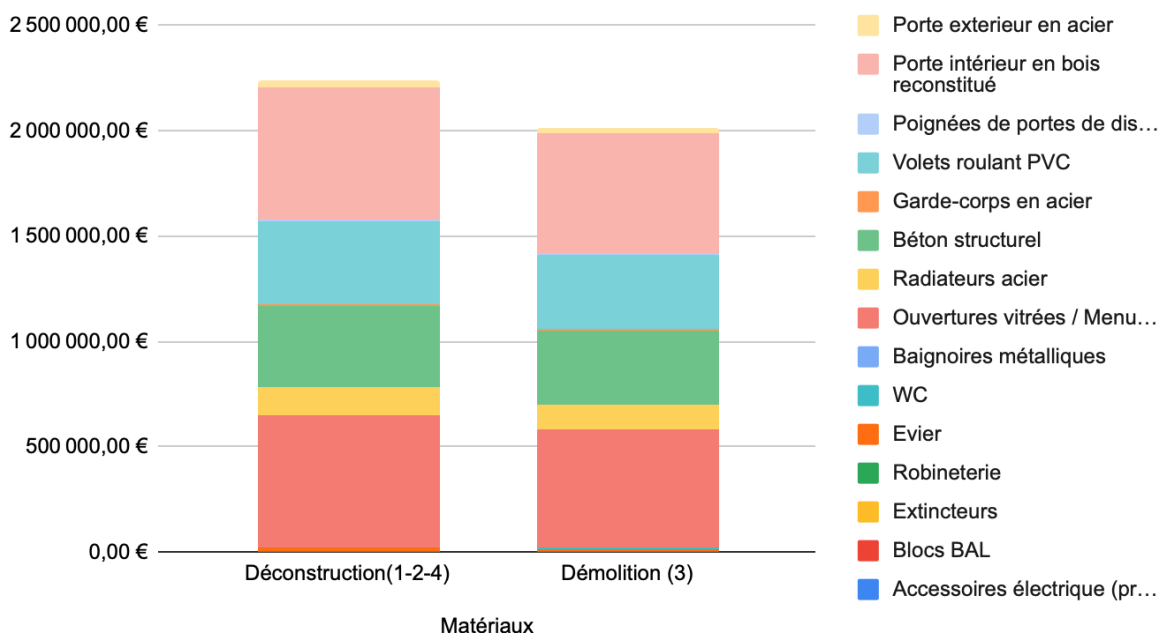


Figure 53 : Coût de financier de la construction ou de la démolition

Source : Production de l'AP03

Ce dernier graphique illustre la différence de prix entre une dépose soignée et une démolition sans volonté de réemploi. Les coûts sont nettement plus importants que pour le stockage et le transport, c'est cette étape dans le cycle de vie du bâtiment qui va être déterminante pour le réemploi. Par ailleurs, le coût ne diffère pas énormément entre les 2 procédés, ce qui encourage à la pratique de dépose soignée des éléments.

5. Conclusion de l'étude de cas

Cette partie servira de synthèse des éléments que nous avons pu tirer de l'étude de cas. Elle portera donc sur une analyse à la fois financière et environnementale dans le but d'évaluer quel scénario est le plus envisageable.

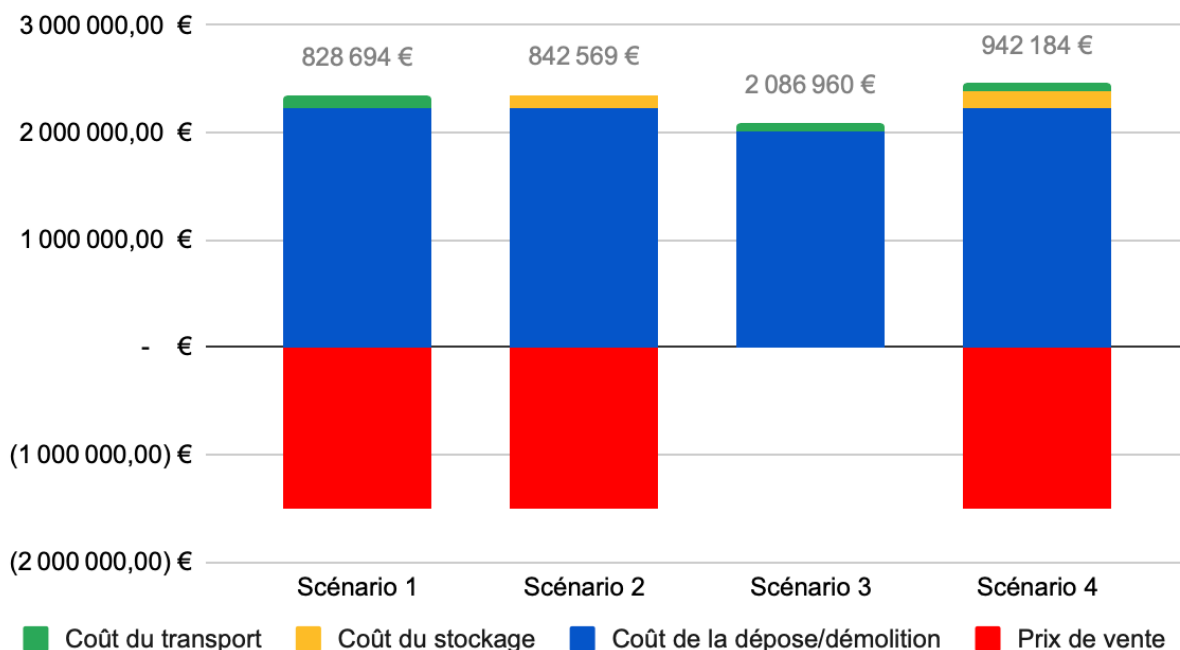


Figure 54 : Coût financier total

Source : Production de l'AP03

L'hypothèse à été faite que la totalité des équipements/matériaux ont été vendus à la fin du chantier après 3 mois de stockage. En moyenne la vente dans les scénarios 1, 2 et 4 permet d'amortir près de 40% du total de l'opération, le coût du scénario 3 est donc grandement augmenté par rapport aux 3 autres à cause de la vente. Le scénario 1 est le scénario le moins cher, le coût du transport sur un chantier est donc inférieur au coût de stockage même si celui-ci est fait sur chantier. Ce scénario est toutefois basé sur une hypothèse forte, à savoir qu'aucun stockage n'était nécessaire. Ce fonctionnement serait donc l'idéal pour les maîtres d'ouvrage mais nécessite une correspondance parfaite entre l'offre et la demande, ce qui semble compliqué en pratique. Toutefois, cela met en évidence qu'une collaboration entre les bailleurs et l'EPFLO permettrait d'augmenter les chances que cette correspondance voit le jour. Il faut donc considérer un moyen de communication entre les acteurs à l'image d'un intranet par exemple, qui permettrait de s'informer mutuellement des disponibilités et besoins de chacun. Ce dispositif comporte toutefois des limites qui ont fait l'objet d'une présentation détaillée dans la première partie du rapport. (cf. Page 56 - Rapport partie 1)

Enfin, la part la plus importante du coût est représentée par la dépose / démolition, qui représente une opération complexe et exigeante en pratique. On peut toutefois noter que la dépose ne représente pas un surcoût déterminant dans le coût de revient total de l'opération par rapport à de la démolition standard. Toutefois, le temps supplémentaire peut être conséquent et doit être intégré à la réflexion en amont.

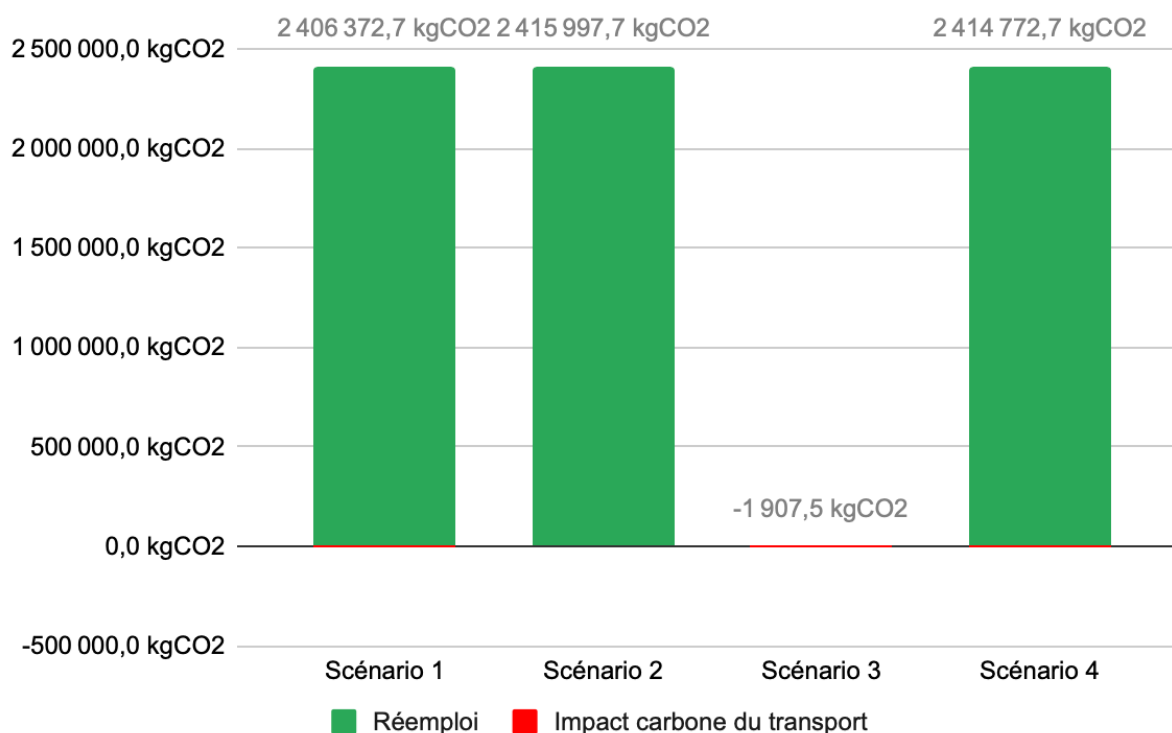


Figure 55 : Quantité totale de CO2 équivalent évités

Source : Production de l'AP03

Numéro du scénario	Équivalent en nombre de kilomètre en avion
1 Réemploi en interne sur un autre site	2 270 163 km ≈ 56,7 fois le tour de la Terre
2 Réemploi en interne sur le même site	2 279 243 km ≈ 57 fois le tour de la Terre
3 Aucun réemploi	- 1 908 km
4 Reims Habitat	2 278 088 km ≈ 56,9 fois le tour de la Terre

Figure 56 : Comparaison de la quantité totale de CO2 équivalent évité en nombre de kilomètre en avion

Source : Production AP03

On peut remarquer que le transport a un faible impact environnemental sur le total par rapport au gain apporté par le réemploi des matériaux, qui permet surtout d'éviter l'achat d'un matériau neuf dont l'opération de production est particulièrement émettrice de CO₂. Il est toutefois intéressant de réduire les distances entre le chantier et le lieu de réemploi mais cela ne doit surtout pas restreindre le réemploi. En effet, il serait regrettable de se priver de l'ensemble des bénéfices apportés par le réemploi à cause des problématiques et impacts du transport.

Concernant le détail par scénario, Le 2 est le meilleur d'un point de vue environnemental mais les scénarios 1 et 4 restent très proches donc comparables en termes d'apport. Pour le scénario 3 aucun réemploi n'est effectué et en plus, il faut prévoir le transport des matériaux jusqu'à la déchetterie. De ce fait, on ne tire aucun apport de ce scénario, qui représente un non-gain énorme comparé aux autres.

En somme, quel que soit le scénario de réemploi supposé, il ressort que ne faire aucun réemploi est une aberration environnementale, surtout au vu de l'importance de cette problématique. Les acteurs de la filière doivent donc être proactifs en la matière et accepter la surcontrainte logistique apportée par la pratique du réemploi.

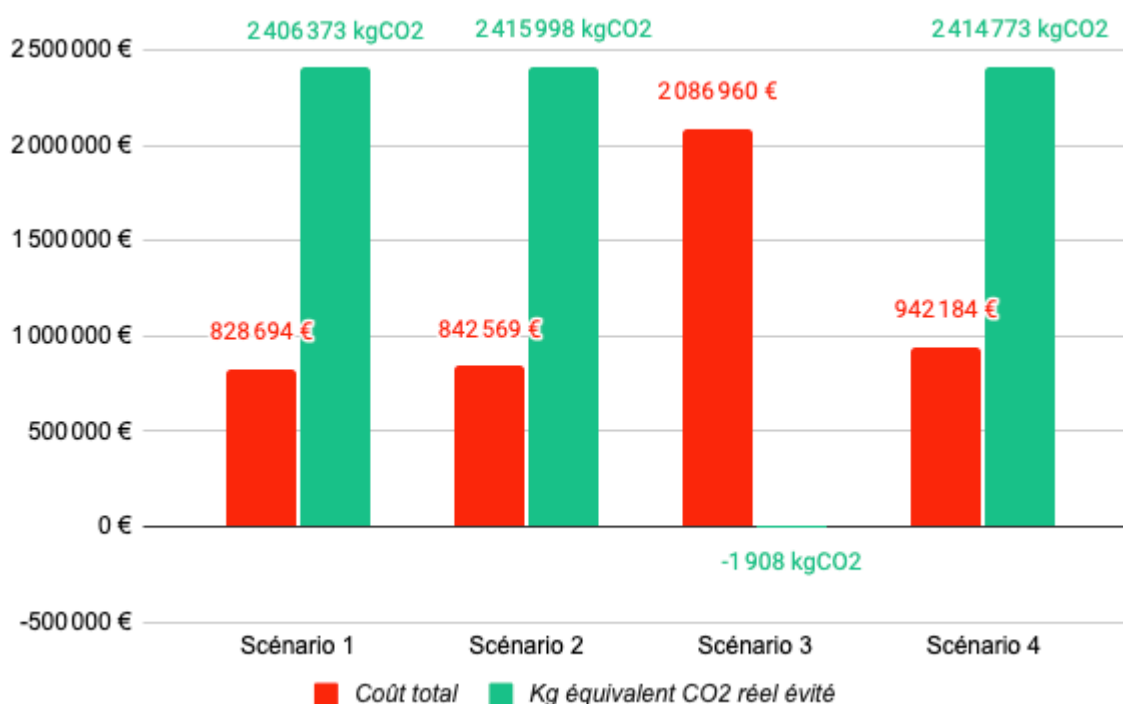


Figure 57 : Synthèse des coûts financiers et du CO₂ évité pour chaque scénario

Source : Production de l'AP03

La figure 57 permet de synthétiser les résultats obtenus pour les scénarios, aussi bien sur l'aspect financier que sur l'aspect environnemental, respectivement en rouge et en vert sur le graphique. Comme nous avons déjà pu l'expliquer, le scénario 3 est le moins intéressant car aucun produit n'est vendu et les matériaux passent tous à l'état de déchet. Les 3 autres sont similaires en termes de plus-value et le choix revient donc aux MOA quant au scénario retenu. Celui-ci devra bien intégrer les contraintes logistiques, environnementales et économiques en considérant d'éventuels partenariats avec d'autres acteurs de la filière, à l'image de ce qu'à déjà mis en œuvre Reims habitat avec la ressourcerie des Ardennes. Ainsi, une réflexion importante en interne doit avoir lieu en considérant l'ensemble des solutions existantes, dont une partie

importante a été présenté dans le rapport 1. Dans la prochaine partie, nous allons présenter un tableau synthétique qui a justement vocation à rappeler ces solutions et laquelle est préférable selon les critères financiers et environnementaux.

6. Tableau de synthèse : quel scénario adopter ?

En complément du logigramme qui a été développé, cette dernière partie de l'étude de cas a pour objectif de présenter un tableau d'aide à la décision permettant d'arbitrer entre différentes solutions de gestion des éléments issus d'opérations de déconstruction. Ce tableau permet de prendre en compte l'ensemble des analyses réalisées dans le cadre de ce projet. En outre, il permet de comparer la solution de plateforme temporaire, d'achat de foncier, d'utilisation de plateforme existante d'intranet et de marketplace. Afin d'obtenir une analyse cohérente, ces solutions ont été comparées dans un tableau à double entrées afin d'évaluer leur pertinence en prenant en compte :

- les solutions de stockage des éléments : IN-SITU ou EX-SITU ;
- le type de gestion : PROPRE (en interne) ou SOUS TRAITÉE (en externe) ;
- les coûts résultants du réemploi : FINANCIER et ENVIRONNEMENTAL.

Chacune des solutions ont été comparées grâce à 4 niveaux de comparaison :

1. Très satisfaisante ;
2. Satisfaisante ;
3. Impactant ;
4. Très impactant.

Ci-dessous, le tableau d'aide à la décision de plateforme et gestion de stockage en fonction des critères financier et environnemental.

OBJECTIFS	CRITERES	STOCKAGE CHANTIER (IN-SITU)		STOCKAGE EXTERIEUR (EX-SITU)	
		GESTION : PROPRE (INTERNE)	GESTION : SOUS-TRAITE (EXTERNE)	GESTION : PROPRE (INTERNE)	GESTION : SOUS-TRAITE (EXTERNE)
RÉEMPLOI SUR SITE DE MATÉRIAUX	Coût financier	Plateforme temporaire ++ Gardiennage, location, restauration...	Plateforme temporaire + Gardiennage, location, restauration par prestataire externe...	Achat d'un foncier + Investissement initial important mais amortissement	Utilisation d'une plateforme existante - - Frais mensuels élevés, frais de gestion
	Coût environnemental	+ Restauration sur place, peu de transport <i>Spaciotempo, Legoupil, Algeco,...</i>	+ Restauration sur place, peu de transport <i>Spaciotempo, Legoupil, Algeco,...</i>	- Transport (fluctue en fonction du lieu d'arrivée géographique) <i>Spaciotempo, Legoupil, Algeco,...</i>	- Transport (fluctue en fonction du lieu d'arrivée géographique) <i>Spaciotempo, Legoupil, Algeco,...</i>
	Coût financier	Intranet ++ Possibilité de fonctionner en flux tendu	/	Intranet + Gardiennage, location...	/
	Coût environnemental	+ Restauration sur place, peu de transport + grande facilité de gestion		+ Transport (fluctue en fonction du lieu d'arrivée géographique)	
	Coût financier	Marketplace + Gardiennage, location...	Marketplace + Frais de prestation de mise en ligne du matériau sur plateforme, prestation de restauration	Marketplace - Gardiennage, location, transport...	Marketplace - Gardiennage, location...
	Coût environnemental	+ Restauration sur place, peu de transport <i>Backacia, Cycle Up</i>	- Prestation de restauration, transport jusqu'à l'atelier <i>Backacia, Cycle Up</i>	+ Restauration sur place, peu de transport lié à la restauration, transport lieu stockage <i>Backacia, Cycle Up</i>	+ Prestation de restauration, transport jusqu'à l'atelier, transport jusqu'au lieu de stockage <i>Backacia, Cycle Up</i>

LEGENDE

++ très avantageux
 + avantageux
 - impactant
 -- très impactant

Figure 58 : Tableau d'aide à la décision du stockage en fonction des différents coûts impactants, financiers et carbone

Source : Production de l'AP03

Ce qu'il faut retenir de l'analyse de l'opération Taittinger, c'est qu'il a été choisi d'élaborer 4 scénarios permettant l'évaluation du bilan financier et environnemental de solutions de réemploi de matériaux. Afin d'être représentatifs, les 3 premiers scénarios peuvent être considérés comme des solutions « extrêmes » puisque tous les matériaux sont traités et stockés de la même manière. Ceci afin de comparer au mieux chaque solution. Le dernier scénario est quant à lui, plus représentatif car il reprend une association des scénarios précédents et il est adapté à chacun des matériaux.

L'analyse du tableau comparatif nous permet de classer chaque solution selon les critères financier et environnemental. Il est préférable de favoriser une gestion interne des éléments afin de minimiser les dépenses financières et l'impact environnemental.

La création d'un intranet reste la solution la plus avantageuse afin de favoriser une gestion et un réemploi en interne des éléments. De plus, si les éléments sont mis en ligne sur l'intranet suffisamment en amont de leur dépose, il est possible de fonctionner en flux tendu et de considérablement limiter le temps de stockage et par conséquent les coûts associés. Cela nécessite donc de réaliser les diagnostics suffisamment en amont de l'opération de dépose et de mettre en ligne les éléments avec leur date de disponibilité.

Afin de maximiser l'efficacité de l'intranet, il faut qu'il y ait suffisamment d'acteurs qui puissent participer aux échanges afin d'alimenter le marché interne d'offre et de demande. Par exemple, si chaque bailleur du réseau CANOPÉE participe à l'alimentation de l'intranet, ce dernier pourrait présenter une réelle valeur ajoutée au réseau. Ceci permettrait un gain de temps et d'argent anticipé avant la vente du matériau dans la mesure où ce dernier aurait été identifié au préalable comme non intéressant par l'ensemble des bailleurs. Son stockage ne serait alors pas nécessaire et la vente pourrait être engagée plus rapidement.

Si des éléments issus d'opérations de déconstruction ne présentent pas d'avantage à être réemployés en interne au réseau (raisons techniques, esthétiques, temporelle, etc.), il est préférable de favoriser leur mise en ligne sur un marketplace afin d'élargir le réseau des acteurs qui auront accès à cet élément.

Cette solution peut être associée à une gestion interne de la restauration des éléments grâce à un ou plusieurs ateliers stratégiquement positionnés sur le territoire en fonction des opérations de construction (il est possible d'imaginer des ateliers communs et accessibles à l'ensemble des bailleurs afin de favoriser l'économie d'échelle).

Enfin, si un stockage s'avère nécessaire (pas de possibilité de fonctionner en flux tendu), il faut favoriser un stockage IN SITU grâce à une plateforme de stockage temporaire installée sur le site (type Legoupil, Algeco ou SpacioTempo). Néanmoins, si vous possédez des opérations de constructions dans un périmètre convenable, l'achat d'un foncier peut s'avérer rentable. Cette solution présenterait un coût important lors de l'achat mais le retour sur investissement sera rapidement effectif dans la mesure où opter pour des solutions de stockage proposées par des prestataires externes représentent une part importante des coûts liés au réemploi des matériaux sur le long terme.

En envisageant la création d'un espace de stockage, dans l'objectif de maximiser la plus value des espaces couverts (qui sont plus coûteux), il est préférable d'avoir un espace extérieur pour les matériaux stockables à l'air libre et ne représentant pas de contraintes de stockage particulières.

CONCLUSION

Cette étude, concernant l'économie circulaire et les filières de réemploi de matériaux du bâtiment dans les territoires picards et régions rémoises, a été commanditée par EPFLO et par le réseau CANOPÉE. Cette commande s'inscrit dans un contexte d'atténuation du changement climatique. Dans la partie 1 du rapport, un état de l'art de la structuration de la filière du réemploi dans les Hauts-de-France et dans la Marne a été établi. Dans cette seconde partie, les acteurs de l'économie circulaire rencontrés ou mentionnés durant l'étude ont été recensés et un diagnostic ainsi que des études des scénarios de réemploi, stockage et recyclage ont été réalisés.

Cette deuxième partie de l'étude a permis de dresser un bilan exhaustif positif pour le réemploi : ce dernier est viable environnementalement et financièrement. Les solutions permettant une simplification du fonctionnement de la filière de réemploi sont en cours de création et de développement, et les législations (REP et autres) s'adaptent en allant dans son sens. Cette structuration progressive constitue également malheureusement le frein actuel de l'étude : le manque de données, la répartition peu dense des acteurs, la difficulté de communication entre les acteurs, l'absence de points de collecte, etc. , constituent autant de défis à surmonter pour parvenir à une véritable révolution de la filière.

Au fur et à mesure de cette étude, de nombreux organismes ont été contactés et appelés à témoigner sur la question du réemploi : cela aura permis de les sensibiliser dans un premier temps, puis dans un second temps de sensibiliser à plus grande échelle grâce à la diffusion de cette étude.

Résultats recueillis lors de l'étude

Sept types de livrables ont été produits pour accompagner les deux maîtres d'ouvrage dans leur décision :

- Un **glossaire** des différents termes liés au réemploi ;
- Des **fiches acteurs** qui recensent les informations clefs recueillis lors des entretiens effectués ;
- Des **fiches synthèses par composant** qui recensent les avantages, inconvénients et indicateurs clés des matériaux réemployables ;
- Des **frises chronologiques** des interventions des acteurs par thématique pour le réemploi, le recyclage, la démolition et le stockage ;
- Un **logigramme** pour faciliter la prise de décision sur des projets concrets ;
- Un **tutoriel** pour faciliter l'utilisation et l'appropriation du logiciel de QGIS ;
- Un tableau de comparaison et de synthèse des différentes **solutions de stockage**.

En plus de ces rendus opérationnels visuels, cinq outils d'études modifiables ont été produits, également pour de l'aide à la décision (voir liste des annexes) :

- Une **jauge de facilité** du réemploi par composant, regroupant plusieurs critères liés à la pérennité, à la dépose, au stockage et à la repose ;
- Un **tableau de classification** des matériaux qui regroupe les données nécessaires pour produire les graphiques du coût financier et du coût carbone ;
- Un **tableau du coût financier avancé** comprenant notamment une estimation du coût de transport et du coût de stockage ;
- Une **base de données** excel et un fichier QGIS associé, regroupant des informations sur les acteurs, autant sur leur activité que sur leur localisation géographique ;
- Une série de **cartes thématiques** issues de l'exploitation de la base de données.

Perspectives de l'étude, à court et moyen terme

Au vu du temps limité pour réaliser cette étude et de la jeunesse de la filière encore en cours de structuration, ce rapport constitue seulement une base préliminaire. Les pistes d'approfondissement possibles peuvent se regrouper en quatre perspectives : la question des assurances, la question de la mise à jour des bases de données, la question de la pérennité des outils et le suivi des évolutions des différents acteurs phares.

Dans la perspective du développement et de la démocratisation du réemploi, la question des assurances continue de se poser. A ce jour, peu d'assureurs sont favorables aux couvertures des matériaux issus de la filière. En effet, le cadre réglementaire reste trop strict, et il est nécessaire d'envisager le réemploi comme une méthode courante. Certains assureurs ont été contactés dans le but de réaliser des entretiens mais aucune réponse favorable n'a pu être fournie, etc. Il serait donc pertinent d'envisager une concertation entre les principaux acteurs du réemploi et les assureurs majeurs pour ajuster les besoins et définir des accords.

Afin de continuer à valoriser les outils mis à disposition, les données nécessitent d'être mises à jour pour suivre le développement de la filière :

- La banque de données sur laquelle est basé le SIG (ajout d'acteurs et de leurs caractéristiques) : ainsi, les cartes pourront évoluer au fur et à mesure du recensement des acteurs et le maillage sera de plus en plus serré ;
- La banque de données de classification (ajout de matériaux, ajout des données manquantes pour certains matériaux) : ainsi, la liste sera toujours plus exhaustive et pertinente.

Pour cela, aux 3 acteurs qui ont été identifiés : la région (Géo2France), des éco-organismes (comme l'OCAB) ou un tiers assurant les mises à jour quasi-continues. Ces pistes devront être approfondies et le rôle de chacun doit être bien défini.

Une autre perspective importante de cette étude est l'utilisation continue, l'appropriation active et l'amélioration des outils fournis et décrits précédemment. En effet, cela contribuerait à augmenter leurs performances et leurs pertinences. Plus les outils seront mobilisés et mis à niveau et plus leurs résultats seront fiables et généralisables, permettant ainsi de développer des conclusions à l'échelle de la filière du réemploi. Des pistes d'améliorations pourraient être l'automatisation ou la vérification des classes matériaux sur l'outil SIG ou encore l'évolution des scénarios des études de cas en fonction des retours d'expérience et de la réalité du terrain (comme le cas particulier de la ZAC écoquartier de la gare de Compiègne).

Finalement, afin d'alimenter sur le long terme cette étude, il est nécessaire de suivre l'évolution et d'intégrer au réseau différents acteurs phares du réemploi, encore en structuration, comme :

- Les éco-organismes qui jouent un rôle central notamment l'OCAB en tant que coordinateur mais qui est encore en cours de structuration ;
- Les artisans et PME qui ont une place importante mais qui sont pour l'instant limités par les questions d'assurance ;
- Le booster du réemploi dont l'objectif est de promouvoir le réemploi en France mais qui doit encore développer des formules d'adhésion plus accessibles.

ANNEXES et OUTILS

Annexe 1 - Cartes SIG

Annexe 2 - Liste des acteurs

Outil 1 - Tableaux de classification, jauge de facilité

Outil 2 - Fiches synthèse de matériaux

Outil 3 - Base de données

Outil 4 - Fichier QGIS

Outil 5 - Tutoriels SIG

Outil 6 - Logigramme décisionnel à intérêt patrimonial (version PDF et modifiable)

Outil 7 - Logigramme décisionnel général (version PDF et modifiable)

Outil 8 - Outil étude de cas : calcul du coût financier

Outil 9 - Tutoriel remplissage coût transport/stockage